

Aus dem Medizinischen Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde  
(Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. Dr. A. Neff)  
Abteilung für Zahnerhaltungskunde  
(Direktor: Prof. Dr. R. Frankenberger)  
des Fachbereichs Medizin der Philipps-Universität Marburg  
in Zusammenarbeit mit dem Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH  
Standort Marburg

**Klinische Erfolgsrate von endodontischen  
Revisionsbehandlungen im studentischen Behandlungskurs  
- eine retrospektive Studie -**

Inaugural – Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnmedizin

dem Fachbereich Medizin  
der Philipps-Universität Marburg  
vorgelegt

von  
Daniel Heekeren  
aus Frankfurt am Main

Marburg 2012

Angenommen vom Fachbereich Medizin  
der Philipps-Universität Marburg  
am: 25.09.2012

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs

Dekan: Prof. Dr. M. Rothmund  
Referent: Prof. Dr. R. Frankenberger  
Korreferent: Prof. Dr. U. Lotzmann

In Liebe  
meine Mutter

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>III</b>
<b>Vorwort .....</b>	<b>V</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1 Literaturübersicht.....	3
1.2 Fragestellung.....	16
<b>2 Material &amp; Methode.....</b>	<b>17</b>
2.1 Behandlungsablauf von endodontischen Revisionsbehandlung .....	18
2.2 Patientenwahl.....	25
2.3 Datenerhebung .....	26
2.3.1 Allgemeine Daten .....	26
2.3.2 Klinische Daten.....	26
2.3.3 Röntgenologische Daten .....	27
2.4 Definition von endodontischem Erfolg/Misserfolg .....	29
2.5 Statistik .....	29
<b>3 Ergebnisse .....</b>	<b>30</b>
3.1 Betrachtung des Gesamtkollektivs.....	30
3.1.1 Häufigkeitstabelle .....	30
3.1.2 Altersverteilung .....	31
3.1.3 Geschlechterverteilung .....	31
3.1.4 Verteilung der behandelten Zähne .....	32
3.1.5 Röntgenologische Ausgangssituation .....	34
3.2 Differenzierte Betrachtung des Gesamtkollektivs .....	38
3.2.1 Recallrate .....	38
3.2.2 Beobachtungszeitraum.....	39
3.2.3 Klinische Situation bei Recall.....	39
3.2.4 Röntgenologische Situation bei Recall .....	41
3.3 Ermittlung der Erfolgsrate .....	45
3.3.1 Gesamterfolgsrate .....	45
3.3.2 Differenzierte Betrachtung des Gesamterfolgs .....	48
3.3.3 Erfolgsrate in Abhängigkeit einer Parodontitis apicalis.....	51
3.4 Exemplarische Falldokumentation .....	53



<b>4</b>	<b>Diskussion.....</b>	<b>68</b>
4.1	Einleitung.....	68
4.1.1	Literaturübersicht.....	68
4.1.2	Fragestellung.....	69
4.2	Material & Methode.....	70
4.2.1	Patientenwahl.....	70
4.2.2	Datenerhebung .....	70
4.2.3	Definition von endodontischem Erfolg/Misserfolg .....	71
4.3	Ergebnisse.....	73
4.3.1	Patientengut .....	73
4.3.2	Altersverteilung .....	73
4.3.3	Geschlechterverteilung .....	74
4.3.4	Verteilung der behandelten Zähne .....	75
4.3.5	Recallrate .....	76
4.3.6	Beobachtungszeitraum.....	78
4.3.7	Prothetische Versorgung.....	78
4.3.8	Röntgenologischer koronaler Status .....	79
4.3.9	Länge der Wurzelkanalfüllung .....	80
4.3.10	Homogenität der Wurzelkanalfüllung.....	82
4.3.11	Qualität der Wurzelkanalfüllung.....	83
4.3.12	Erfolgsrate.....	84
4.3.13	Präoperative Parodontitis apicalis .....	86
4.3.14	Gründe für den Misserfolg.....	88
4.3.15	Behandler.....	92
4.3.16	Therapiekonzept.....	95
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>97</b>
5.1	Summary.....	99
<b>6</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>101</b>
<b>7</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>125</b>
7.1	Exemplarische Falldokumentation .....	125
7.2	Verzeichnis der akademischen Lehrer.....	141
7.3	Danksagung .....	142

## Abkürzungsverzeichnis

Ø	Durchmesser
%	Prozent
Abb.	Abbildung
Amg.	Amalgam
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CHX	Chlorhexidindigluconat
DGZMK	Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde e.V.
DKA	Druckknopfanker
DVT	Digitale Volumentomographie
<i>E. faecalis</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>
EDTA	Ethylendiamintetraessigsäure
ESE	European Society of Endodontology
Geschl.	Geschlecht
ggf.	gegebenenfalls
insuff.	insuffiziente
ISO	International Organization for Standardization
K	Einzelkrone
KM	vollverblendete Einzelkrone
KV	vestibulär verblendete Einzelkrone
KZBV	Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung
LG	Lockerungsgrad
mb	mesiobukkal
ml	mesiolingual
mm	Millimeter
MS	Microsoft
n	Anzahl
NaOCl	Natriumhypochlorit

n.b.	nicht beurteilbar
OA	Oberarzt
o.ä.	oder ähnliches
o.B.	ohne Besonderheiten
Ok	Oberkiefer
p	Signifikanzwert
P.a.	Parodontitis apicalis
PAI-Score	Periapikaler Zustand
Pat.	Patient
PC	Personal Computer
s.	siehe
SH	Schleimhaut
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
Tab.	Tabelle
techn.	technisch
TK	Teilkrone
u.a.	unter anderem
Uk	Unterkiefer
V.a.	Verdacht auf
WHO	World Health Organization
WSK	Wurzelstiftkappe
ZA/ZÄ	Zahnarzt/Zahnärztin
z.B.	zum Beispiel
z.T.	zum Teil

## **Vorwort**

Die American Association of Endodontics (AAE) definierte im Jahr 2003 in ihrem Glossar für endodontische Begriffe die endodontische Revisionsbehandlung als Verfahren zur Entfernung von Wurzelkanalfüllmaterial aus Zähnen, gefolgt von Reinigung, Formgebung und Abdichtung (44).

Diese Definition ist jedoch in ihrer Aussage sehr begrenzt, da sie nicht die Situationen in Betracht zieht, in denen kein vorheriges Füllungsmaterial entfernt werden musste, obwohl der Fall scheiterte und "revidiert" werden musste.

Als Alternative sollte folgende Definition nahegelegt werden, da sie die eigentliche klinische Situation genauer reflektiert, die bei einer Revisionsbehandlung vorgefunden wird:

Die endodontische Revisionsbehandlung ist ein Verfahren welches an Zähnen ausgeübt wird, bei denen eine unvollständige Behandlung zu diagnostizieren ist und die aktuellen Gegebenheiten einer weiteren endodontischen Behandlung bedürfen, um einen Erfolg zu erzielen (28).

# 1 Einleitung

In der modernen Zahnheilkunde stellt die endodontische Revisionsbehandlung eine routinemäßige Behandlungsart dar und ist heutzutage kaum wegzudenken.

Enorme technische und wissenschaftliche Fortschritte in der Endodontie haben letztendlich dazu geführt, dass eine Vielzahl an Zähnen erhalten werden konnten, die sonst verloren gegangen wären. Obwohl die Anfertigung von prothetischen und chirurgischen Versorgungen in heutiger Zeit den Zahnersatz erleichtern, ist der Erhalt eines natürlichen Zahnes mit guter Prognose immer der Extraktion und Implantation vorzuziehen (30).

Trotz der beschriebenen positiven Entwicklung in den letzten Jahrzehnten ist die endodontische Behandlung nicht immer von Erfolg geprägt. Misserfolge werden meist durch Mikroorganismen verursacht, die dem ersten konventionellen Versuch der Wurzelkanalbehandlung standgehalten haben (18). Ungenügende Asepsis, inadäquate Zugangskavitäten, nicht lokalisierte Kanalsysteme, insuffiziente Aufbereitungs- und Fülltechniken sowie koronale Leakage sind hierfür häufig die Ursache. Aber auch sorgfältig durchgeführte endodontische Behandlungen können zu Misserfolgen führen, sofern bei anatomisch besonders komplexen Wurzelkanalsystemen diese mit den heute zur Verfügung stehenden Behandlungsmethoden nur teilweise gereinigt und dreidimensional gefüllt werden können (12).

Um den Grad der mikrobiellen Infektion innerhalb des z.T. komplexen Wurzelkanalsystems auf ein klinisch relevantes Niveau zu senken, bedarf es in den meisten Fällen einer erneuten endodontischen Behandlung. Man unterscheidet hierbei eine orthograde (nicht chirurgische) von einer retrograden (chirurgischen) Vorgehensweise.

Die nicht chirurgische Revisionsbehandlung wird bei Vorliegen einer persistierenden periapikalen Parodontitis als Behandlung der Wahl angesehen; sie eliminiert im Gegensatz zu einem chirurgischen Vorgehen minimal invasiv die Ätiologie der Erkrankung ohne Gefahr der Verletzung anatomischer Nachbarstrukturen und geht mit signifikant geringerer postoperativer Beeinträchtigung des Patienten einher (12, 42, 53). Auch in Fällen ohne klinische oder röntgenologische Anzeichen einer Parodontitis apicalis kann

eine nicht chirurgische Revisionsbehandlung indiziert sein. Demnach sollte bei endodontisch behandelten Zähnen mit röntgenologisch oder klinisch insuffizienten Wurzelkanalfüllungen (z.B. mangelhafter Homogenität der Füllung, nicht behandelte Wurzelkanäle, nicht gefüllte Areale des endodontischen Systems, fragwürdiges und nicht mehr indiziertes Füllmaterial etc.), Wurzelkanalfüllungen mit Exposition zum Mundhöhlenmilieu und wurzelkanalbehandelten Zähnen mit progressiv verlaufenden, externen entzündlichen Resorptionen eine erneute Intervention in Erwägung gezogen werden (40, 150).

Ist ein günstiges Behandlungsergebnis auf orthogradem Wege nicht zu erwarten, wie z.B. bei sogenannten extraradikulären Infektionen (Aktinomykose, Fremdkörperreaktionen (Füllmaterialien, Baumwollfasern, Nahrungspartikel etc.), infizierte Zysten oder auch das narbige Verheilen des periapikalen Gewebes) sollte eine retrograde mikrochirurgische Revisionsbehandlung, ggf. in Kombination mit einer orthograden Revisionsbehandlung, durchgeführt werden (12, 30, 113, 114). Friedman et al. konnten auf der Basis einer Metaanalyse (1998) zeigen, dass retrograde endodontische Behandlungen (chirurgisch) in Kombination mit einer orthograden Revisionsbehandlung (nicht chirurgisch) zu signifikant besseren Ergebnissen führten (12, 52). Darüber hinaus konnten Nair et al. einen zunehmenden Einfluss von Pilzen als Mitverursacher persistierender periapikaler Infektionen erkennen (79, 115).

Das Ziel einer nicht chirurgischen Revisionsbehandlung ist im Allgemeinen mit dem der initialen endodontischen Behandlung gleichzusetzen (18). Die Elimination von pathogenen Mikroorganismen, die spezielle Formgebung des Wurzelkanals und der anschließend hermetisch dichte Verschluss mittels eines biokompatiblen Materials stehen hierbei im Vordergrund. Dies wird in zahlreichen Veröffentlichungen formuliert und gefordert (17, 31, 67, 139, 151). Ein entscheidendes Kriterium, welches einen signifikanten Einfluss auf das Ergebnis einer endodontischen Behandlung hat, ist schließlich die Qualität der Wurzelkanalfüllung (2, 36, 43, 85, 87, 135, 136), die durch eine unzureichende Verdichtung zu einem Misserfolg führen kann (60, 78, 86).

Daher wird in den studentischen Behandlungskursen der Philipps-Universität in Marburg eine sehr sorgfältige Durchführung der Wurzelkanalbehandlungen unter Anwendung eines standardisierten Protokolls angestrebt.

## 1.1 Literaturübersicht

Im Hinblick auf die endodontische Literatur sind bis heute nur wenige Studien über die statistischen Erfolgsaussichten von Revisionsbehandlungen vorgenommen worden. Nach Eriksen et al. ist die Anzahl an vorhandenen epidemiologischen Studien sehr limitiert und macht nur knapp 1% der endodontischen Literatur aus (49, 119). Noch geringer ist die Zahl der Erhebungen über Langzeiterfolge von endodontischen Revisionsbehandlungen nach mehreren Jahren (116). Ferner konnten Ng et al. (116) in einer Metaanalyse zeigen, dass in dem Zeitraum von 1961 bis 2006 insgesamt 40 Studien vorgenommen wurden, von denen sich 17 als aussagekräftig erwiesen. Auffällig ist dabei, dass sich lediglich ein Drittel der untersuchten Studien auf die Behandlung durch Studenten in universitären Einrichtungen bezieht (32, 56, 71, 93, 116, 139, 142, 146). Die restlichen zwei Drittel beziehen sich auf die Behandlung durch angehende Spezialisten, sogenannten graduierten Studenten, oder bereits spezialisierten Zahnärzten (4, 57, 99, 125). Bei den meisten Erhebungen handelt es sich um retrospektive Studien (n=12). Sowohl die Vorgehensweise bei der Durchführung der Revisionsbehandlung, als auch die Kriterien die zur Auswertung der Überlebensrate in den Studien ausgewählt wurden und die Anzahl der aufgenommen Fälle variieren innerhalb der ermittelten Langzeitstudien recht stark. Durch fehlende Standardisierungen hinsichtlich der Dauer von Beobachtungszeiträumen lassen sich Zeiträume von 0,5 bis 20 Jahre nach erfolgter Initialbehandlung finden. Betrachtet man die ermittelten Erfolgsaussichten, lassen sich ebenfalls nicht unerhebliche Diskrepanzen feststellen.

Anhand einer tabellarischen Auflistung (Tab. 1.1) sollen zunächst die für diese Arbeit als relevant eingestuften Studien veranschaulicht werden. Im Anschluss sollen die Vorgehensweisen und Ergebnisse von Studien anderer Autoren näher beschrieben werden, welche sich in Anlehnung dieser Arbeit ebenfalls mit den Erfolgsaussichten von endodontischen Revisionsbehandlungen befasst haben.

Tab. 1.1: Studien über Langzeiterfolge endodontischer Revisionsbehandlungen

Autoren	Jahr	Anzahl Zähne	Anzahl Wurzeln	Anzahl Patienten	Beobachtungs- zeitraum (Jahre)	Recallrate (%)	Erfolg (%)	Fraglich (%)	Misserfolg (%)	Erfolgsquote (%) mit Parod. Apicalis ohne Parod. Apicalis		Behandler
<i>Bergenholtz et al. (19, 20)</i>	1979	-	556	344	2	84,0	-	-	-	78,0	94,0	S
<i>Molven &amp; Halse (108)</i>	1988	-	226	-	10-17	50,0	81,0	-	19,0	-	-	S
<i>Allen et al. (3)</i>	1989	-	-	315	≥ 0,5	53,0	72,7	12,1	15,2	-	-	S,A,SP
<i>Sjögren et al. (139)</i>	1990	-	267	-	8-10	-	85,0	-	15,0	62,0	98,0	S
<i>Van Nieuwenhuysen et al. (153)</i>	1994	-	612	-	≥ 0,5	-	-	18,9*	9,3*	71,8	91,0	-
<i>Friedman et al. (54)</i>	1995	128	-	-	0,5-1,0	-	-	33,7*	10,5*	55,8	100,0	SP
<i>Damin et al. (33)</i>	1996	18	-	18	1	-	-	28,0*	44,0*	28,0	-	SP
<i>Sundqvist et al. (146)</i>	1998	50	-	-	≥ 5	93,0	-	-	26,0*	74,0	-	S
<i>Chugal et al. (29)</i>	2001	-	85	-	3,5-4,5	-	78,8	-	21,2	69,8	-	SP
<i>Hoskinson et al. (75)</i>	2002	-	76	-	4-5	-	78,0	-	22,0	-	-	SP
<i>Farzaneh et al. (50)</i>	2004	103	-	-	4-6	20,0	81,0	-	19,0	78,0	97,0	A
<i>Fristad et al. (56)</i>	2004	-	112	70	10-17	26,0	85,7	-	14,3	-	-	S
<i>Gorni &amp; Gagliani (58)</i>	2004	452	-	425	2	94,0	65,3	3,5	31,2	61,9	88,0	A
<i>Çalışkan (25)</i>	2005	86	-	-	2-8	96,0	-	14,0*	24,4*	61,6	-	SP
<i>De chevigny et al. (35)</i>	2008	126	-	-	4-6	26,0	83,0	-	17,0	-	-	A

S, Studenten; A, Assistenz Zahnärzte bzw. angehende Spezialisten; Sp, Spezialisten für Endodontie

\* in Abhängigkeit einer präoperativen periapikalen Läsion



Bergenholtz et al. (19, 20) konnten von insgesamt 660 Wurzelkanälen, die von Studenten an einer schwedischen Universitätsklinik revidiert wurden, 556 Kanäle nach einem Zeitraum von 2 Jahren klinisch als auch röntgenologisch nachuntersuchen; was einer Recallrate von 84% entspricht. Dabei definierten strikte röntgenologische Kriterien den Erfolg des Behandlungsergebnisses und setzten eine vollständige knöcherne Ausheilung voraus (116). In 78% aller Fälle mit präoperativen periapikalen Läsionen konnten diese komplett ausheilen oder zumindest deutlich in ihrer Größe reduziert werden. Waren endodontische Revisionsbehandlungen allein aufgrund technischer Unzulänglichkeiten angezeigt, konnte eine Erfolgsquote von 94% erzielt werden.

Allen et al. (3) werteten hingegen von 1300 endodontisch behandelten Patienten 315 Revisionsfälle anhand von Daten aus der Indiana University School of Dentistry (IUSD), Endodontic Graduate Department und Undergraduate Department, und zwei auf Endodontie spezialisierten Privatpraxen aus. Demografisch gesehen ließ sich kein signifikanter Unterschied in der Anzahl der von graduierten Studenten und Spezialisten endodontisch behandelten Zähne feststellen. Lediglich 2,8% der Fälle wurden dabei durch Zahnmedizinstudenten behandelt. Als röntgenologisches Erfolgskriterium wurde eine vollständige knöcherne Regeneration ohne Verbreiterung des parodontalen Spalts bei intakter Lamina dura vorausgesetzt. Fälle, bei denen eine Verkleinerung der periapikalen Läsion zu beobachten war, wurden der Kategorie "fraglich" zugeordnet. Alle anderen Fälle wurden als Misserfolg aufgefasst (98, 127). Die Überlebensrate der endodontisch revisionsbehandelten Zähne betrug nach 0,5 Jahren oder länger 72,7%. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass Zähne mit anschließender prothetischer Versorgung eine signifikant höhere Überlebenswahrscheinlichkeit aufwiesen, als ohne; 68,7% und 51,3%. So zogen Allen et al. das Fazit, dass die Revisionsbehandlung von endodontischen Misserfolgen eine berechtigte Alternative gegenüber der Extraktion darstellt, auch wenn weitere Informationen notwendig sind, um eine genauere Vorhersagbarkeit des Behandlungsergebnisses zu erreichen.

In einer Studie von Sjögren et al. (139) konnten von 770 Patienten, die zwischen 1977 und 1979 von Studenten an der University of Umeå in Schweden behandelt wurden,

356 Patienten nach einem Zeitraum von acht bis zehn Jahren nachuntersucht werden. Ein Nichterscheinen der restlichen 414 Patienten zu der Nachuntersuchung sahen sie zu 38% in einem Wegzug der Patienten begründet. 32% der Patienten konnten nicht einbestellt werden, da ihr Wohnort unbekannt war, 12% verstarben innerhalb der Beobachtungszeit, 9% antworteten nicht auf das Anschreiben und 10% waren an einer Nachuntersuchung nicht interessiert. Ausgeschlossen aus der Bewertung wurden 68 Zähne, die aufgrund von Komplikationen wie Zahnfrakturen und Stiftperforationen extrahiert werden mussten. Das durchschnittliche Alter der behandelten Patienten betrug 54 Jahre. 46% aller Patienten waren weiblichen Geschlechts. Von den 356 Patienten gingen 635 Zähne mit 849 Wurzeln in die Studie ein. In 267 aller behandelten Fälle konnte eine vitale Pulpa präoperativ vorgefunden werden. Davon mussten insgesamt 72 initiale endodontische Wurzelkanalbehandlungen wegen einer traumatischen Eröffnung der Pulpa oder der Notwendigkeit einer Stiftsetzung durchgeführt werden. Pulp nekrosen mit der Folge einer periapikalen Läsion in Abhängigkeit ihrer Lokalisation und ihres Fortschreitens waren die Ursache für die Behandlung weiterer 306 Wurzelkanäle. Lediglich 267 der untersuchten Wurzelkanäle, welche zu einem früheren Zeitpunkt behandelt und gefüllt wurden, unterlagen einer endodontischen Revisionsbehandlung. Der Grund hierfür lag in 94 der revidierten Fälle in einem Persistieren bzw. Wiedereinkehren einer periapikalen Läsion. Die restlichen 173 behandelten Wurzelkanäle wurden auf der Basis einer insuffizienten Wurzelkanalfüllung oder aufgrund der Notwendigkeit zur Schaffung einer Retention und der damit verbundenen Stiftsetzung revidiert. Verglichen mit der Überlebenswahrscheinlichkeit bei initialen endodontischen Behandlung von 91%, betrug diese bei endodontischen Revisionsbehandlungen nur 62% in Abhängigkeit eines Vorhandenseins einer periapikalen Läsion. Unter weiterer Berücksichtigung der extrahierten Zähne bzw. Wurzeln (n=68), würde die Überlebenswahrscheinlichkeit deutlich unter 91% bzw. 62% fallen.

Van Nieuwenhuysen et al. (153) untersuchten an der Catholic University of Louvain in Belgien den Einfluss verschiedener Parameter auf den technischen und klinischen Behandlungserfolg. Dabei wurden 612 revisionsbehandelte Wurzelkanäle nach einem Zeitraum von  $\geq 0,5$  Jahren sowohl klinisch, als auch röntgenologisch nachuntersucht. Für Sie lag das Hauptaugenmerk auf der vollständigen knöchernen Konsultation des

periapikalen Gewebes, der klinischen Symptombefreiheit und der Qualität der Wurzelkanalfüllung. Aus technischer Sicht betrachtet konnten 52,3% der revisionsbehandelten Wurzelkanäle adäquat verschlossen werden. In 33,8% der Fälle konnte eine Verbesserung und in 11,1% kein Unterschied festgestellt werden.

Eine Verschlechterung war schließlich bei 2,8% zu beobachten. Klinischen Beurteilungen zufolge konnte bei 71,8% ein Erfolg, bei 18,9% eine Verbesserung und in 9,3% der Fälle ein Misserfolg verzeichnet werden, wenn der Zahn präoperativ pathologische Symptome aufwies.

Es konnten statistisch signifikante Einflüsse auf das Behandlungsergebnis bei Vorhandensein einer präoperativen periapikalen Läsion, bei der Verwendung eines Kofferdams und in Abhängigkeit der angewendeten Fülltechnik und Länge ermittelt werden. Bei endodontischen Revisionsbehandlung mit einem günstigen präoperativen Bild, sprich keine präoperative periapikale Aufhellung, keine klinischen pathologischen Symptome und defizienten Wurzelkanalfüllungen, lag der Behandlungserfolg umgerechnet bei 91%.

Auf der Basis einer prospektiv angelegten Multicenter-Studie führten Friedman et al. (54) eine Erhebung über die Erfolgsaussichten endodontisch behandelter Zähne unter Anwendung eines Glasionomerzement-Sealers (Ketac-Endo, 3M ESPE GmbH, Seefeld) durch. Das Kollektiv umfasste insgesamt 486 endodontisch behandelte Zähne, von denen 378 nach einem Beobachtungszeitraum von 6 bis 18 Monaten nachuntersucht werden konnten. Die Behandlung erfolgte durch 3 Spezialisten für Endodontie mithilfe einer "standardisierten Wurzelkanalaufbereitungstechnik". In Anbetracht der Wurzelkanalfüllungstechnik wurde in der Mehrzahl der Fälle (n=320) die Einstifttechnik gewählt. Eine laterale Kompaktionstechnik fand lediglich bei 58 der endodontisch behandelten Zähne Anwendung. Analog zu den nachfolgenden Toronto-Studien (35, 50), lag das Hauptkriterium für einen Behandlungserfolg ebenfalls in einer klinischen und röntgenologischen Symptombefreiheit mit vollständiger knöcherner Regeneration. Geringe Schmerzempfindlichkeiten während eines Perkussionstests bildeten die Ausnahme. Unter Berücksichtigung dieser genannten Kriterien, betrug die Erfolgsaussicht bei endodontisch Revisionsbehandelten Zähnen (n=128) mit einer präoperativen periapikalen Läsion (n=86) 55,8%. In 33,7% der Fälle konnte eine unvollständige Kon-

solidierung und in 10,5% ein Misserfolg festgestellt werden. War jedoch präoperativ keine periapikale Läsion (n=42) zu beobachten, lag die Erfolgsrate bei 100%. Obwohl Glasionomerzement-Sealer in ihrer Verwendung als nicht mehr zeitgemäß gelten, unterstreichen die bei dieser Studie gewonnen Erfolgsraten die klinische Anwendung von Ketac-Endo als tragbaren endodontischen Sealer. Die hohe Rate an unvollständig ausgeheilten periapikalen Läsion (33,7%) sahen Friedman et al. in der kurzen Beobachtungszeit begründet. Anhand eines Signifikanztests, dem Chi-Quadrat-Test ( $\chi^2$ -Test), konnte abermals gezeigt werden, dass das Vorhandensein oder Fehlen einer präoperativen periapikalen Läsion einen signifikant bedeutenden Einfluss auf die Heilungstendenz nach einer endodontischen Revisionsbehandlung hatte ( $p < 0,001$ ).

Danin et al. (33) beschäftigten sich in einer randomisiert-kontrollierten Studie mit dem klinischen Management von persistierenden periapikalen Infektionen, indem sie die Behandlungsergebnisse von durchgeführten retrograd-chirurgischen und orthograd-nicht chirurgischen endodontischen Revisionsbehandlungen nach einem Jahr Beobachtungszeit miteinander verglichen. An der Studie nahmen 38 Patienten teil, die zuvor von Spezialisten für Endodontie an der Universität Karolinska in Stockholm behandelt wurden. Anders als bei den meisten Studien, wurde jeweils nur ein endodontisch behandelter Zahn pro Patient in die Erhebung integriert, da sie der Auffassung waren, nur auf diesem Weg eine statistische Unabhängigkeit sichern zu können. Um eine gleichberechtigte Ausgangsposition zu schaffen, wählten Danin et al. nur Fälle (n=37) aus, bei denen sowohl eine orthograde (nicht chirurgische) als auch eine retrograde (chirurgische) endodontische Revisionsbehandlung technisch durchführbar und indiziert waren; sogenannte endodontische Grenzfälle oder "borderline cases" genannt. Nach klinischer und röntgenologischer Nachuntersuchung (62), teilte man die entsprechenden Befunde in 4 verschiedene Kategorien ein (127). Kategorie 1 (vollständige knöcherne Ausheilung) und 2 (unvollständige knöcherne Ausheilung bzw. bindegewebige Ausheilung) definierten dabei den Behandlungserfolg. War jedoch keine Ausheilung oder gar eine fragliche Ausheilung zu beobachten, wurden diese den Kategorien 4 oder 3 zugeordnet und stellten somit den Misserfolg dar. Von insgesamt 37 Zähnen unterlagen 18 einer orthograden (nicht chirurgischen) und 19 einer retrograden (chirurgischen) endodontischen Revisionsbehandlung. Berechnungen zufolge konnte eine weitaus

höhere Erfolgsrate bei chirurgisch endodontisch behandelten Zähne (58%) im Vergleich zu den konventionell revisionsbehandelten Fällen (28%) eruiert werden; wobei kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden untersuchten Gruppen festzustellen war. Im Gegensatz zu den Ergebnissen anderer Studien (35, 50, 139, 146), konnte keine positive Korrelation zwischen den ermittelten Erfolgsraten beider Gruppen, der Größe der präoperativ vermessenen periapikalen Aufhellung und Qualität der vorherigen Wurzelkanalfüllung nachgewiesen werden. Wie auch Molven & Halse (63) und Rud et al. (126) in älteren Studien zeigen konnten, sollte der Versuch einer chirurgischen endodontischen Revisionsbehandlung als Alternative gegenüber einer nicht chirurgischen Variante bei gegebener Indikation ernsthaft in Erwägung gezogen werden. In Fällen mit gleichwertig zu erwartenden Ergebnissen, gilt es, die Entscheidung über die Art der Behandlung weiterhin von intrinsischen und extrinsischen Faktoren wie zum Beispiel Komfort, Kosten und Heilungsdauer abhängig zu machen.

Eine andere retrospektive Studie von Sundqvist et al. (146) bezog sich auf 54 Zähne, die ebenfalls einer endodontischen Revisionsbehandlung im studentischen Behandlungskurs der University of Umeå erfuhren und innerhalb eines Beobachtungszeitraumes von bis zu 5 Jahren nachuntersucht wurden. In allen Fällen ließ sich eine persistierende präoperative periapikale Läsion beobachten, welche die Indikation für diese Art der Behandlung stellte. Neben der Ermittlung der Erfolgsquote von revidierten Zähnen steht bei dieser Studie ebenfalls die Analyse der mikrobiellen Zusammensetzung innerhalb des Wurzelkanals im Mittelpunkt. Von 54 untersuchten Zähnen waren 49 einwurzelig und besaßen nur einen Wurzelkanal. Bei den restlichen 5 Zähnen ließen sich zwei Wurzeln mit zwei Kanälen finden. Die Untersuchung fand sowohl klinisch als auch Mithilfe von Strahlendiagnostik in Form eines Zahnfilms in Paralleltechnik statt (22 x 35 mm Ultraspeed Film, Kodak). In Anlehnung an Strindberg et al. (144) wurden auch hier strikte Kriterien gewählt, die einen Erfolg definierten. Die Behandlung wurde erst als Erfolg gewertet, wenn die Kontur, Weite und Struktur des periapikalen Gewebes physiologisch erschienen. Im Gegenzug dazu wurden alle anderen Beobachtungen als Misserfolg gewertet. Als alleinige Ausnahme wurde eine Erweiterung des parodontalen Spalts bei überextendierten Wurzelkanalfüllungen gesehen, sofern keine anderen Auf-

fälligkeiten vorhanden waren. Die röntgenologischen Auswertungen wurden separat voneinander durch zwei im Vorfeld abgestimmte Untersucher vorgenommen. Bei auftretenden Differenzen wurde der Fall untereinander diskutiert oder bei weiterer Uneinigkeit schließlich einem dritten Untersucher vorgelegt, um letztendlich zu einem gemeinsamen Konsens zu kommen. Von 54 behandelten Fällen erwiesen sich 50 (93%) als verfügbar für die Nachuntersuchung. 37 der periapikalen Läsionen konnten vollständig geheilt werden und in 13 Fällen ein Misserfolg verzeichnet werden. Dies entsprach einer Erfolgsquote von 74%. Es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen der Ausheilung der periapikalen Läsion bei mikrobiell kontaminierten Wurzelkanälen und nicht kontaminierten Kanälen festgestellt werden. Lediglich bei Zähnen die mit dem Keim *E. faecalis* kontaminiert waren (n=6), konnte eine geringere Erfolgsrate von 66% vorgewiesen werden. Bei 35 von 44 Zähnen konnte durch antimikrobielle Vorgehensweisen während der endodontischen Revisionsbehandlung keine kultivierbaren Mikroorganismen mehr nachgewiesen werden. Weiterhin auffällig ist, dass die Größe der präoperativen periapikalen Läsion einen entscheidenden Einfluss auf das Behandlungsergebnis hatte. So konnten Sundqvist et al. beobachten, dass initiale Läsionen von 2-6,5 mm ( $\emptyset$  3,7 mm) gegenüber einer Größe von 2,5-13 mm ( $\emptyset$  5,6 mm) eine signifikant bessere Heilungstendenz aufwiesen ( $p=0,034$ ). Im Hinblick auf die Länge der Wurzelkanalfüllungen konnte kein statischer Unterschied oder Einfluss auf das Ergebnis der Behandlung festgestellt werden.

Fristad et al. (56) untersuchten in ihrer Studie, inwieweit die Verlängerung der Beobachtungszeit bei revisionsbehandelten Zähnen einen Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeit hat. Von insgesamt 429 durch Studenten der University of Bergen durchgeführten Revisionsbehandlungen konnten 112 (26%) Wurzeln von 70 Patienten nach einem Zeitraum von 10-17 und 20-27 Jahren röntgenologisch nachuntersucht werden. Mithilfe von 3 unabhängigen Untersuchern wurden zwei Serien intraoraler Aufnahmen auf periapikale Veränderungen überprüft, ausgewertet und mit den älteren Aufzeichnungen verglichen. Insgesamt 28 Wurzeln wurden in dieser Beobachtungsperiode von 20-27 Jahren extrahiert, wovon 22 keinen Anhaltspunkt einer röntgenologischen Aufhellung im Sinne einer periapikalen Läsion aufwiesen. Wiederum 13 davon, die in den letzten 10-17 Jahren, sprich im zweiten Intervall des Beobachtungs-

zeitraumes, extrahiert werden mussten, wurden als erfolgreich in dieser Studie eingestuft und aufgenommen. Die ermittelte Erfolgsquote stellte sich wie folgt dar. In 95,5% der behandelten Fälle (n=107) konnte ein erfolgreiches Behandlungsergebnis nach 20-27 Jahren verzeichnet werden. Pathologische Veränderungen im periapikalen Bereich ließen sich lediglich an 5 (4,5%) Wurzeln beobachten. Im Vergleich zu den von Molven & Halse (108) ermittelten Daten von 1988 konnten in 11 weiteren Fällen mit vorangegangenen periapikalen Aufhellungen und zum Teil überextendierten Wurzelkanalfüllungen günstige Behandlungsergebnisse erzielt werden. Umgerechnet ergab sich somit eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 84,8% im ersten Intervall dieser Langzeitstudie; wobei diese auch deutlich an die 90% reichen würde, wenn man analog zum zweiten Intervall die röntgenologisch unauffälligen Extraktionsfälle (n=9) in die Berechnung mit einbezogen hätte. Ein Grund für die verzögerte Regeneration des periapikalen Bereichs war laut Molven & Halse und Fristad et al. in der Mehrzahl der Fälle im Zusammenhang mit einem Überfüllen des Wurzelkanals und dem verwendeten Füllmaterial (Surplus) zu sehen.

In einer Studie von Farzaneh et al. (50), welche einen prospektiven Charakter aufweist, wurden von 523 endodontisch revidierten Zähnen 103 nachuntersucht. Die Behandlung fand an der University of Toronto in Kanada statt und wurde durch graduierte Studenten (angehende Spezialisten für Endodontie) unter ständiger Betreuung und strikter Einhaltung eines strukturierten Protokolls durchgeführt. Der Nachuntersuchungszeitraum lag hier bei 4-6 Jahren. Als Erfolg für das Behandlungsergebnis wurde sowohl eine klinische als auch eine röntgenologische Symptommfreiheit mit vollständiger knöcherner Regeneration vorausgesetzt. Alles andere wurde als Misserfolg bzw. pathologisch bezeichnet. Zähne, bei denen keinerlei klinisch auffällige Symptome wie einem positiven Perkussionstest oder Schmerzen bei Palpation vorzufinden waren, wurden ungeachtet ihres PAI-Scores als „funktionell“ betrachtet. Auf dieser Basis konnte eine Erfolgsquote von 81% (n=83) ermittelt werden. Die restlichen 20 Zähne, die als pathologisch eingestuft wurden und den Misserfolg ausmachten, ließen sich wie folgt einteilen: In 7 der Fälle konnte klinisch keine Symptommfreiheit erreicht werden, obwohl bei 2 ein PAI-Score von 1 röntgenologisch nachgewiesen werden konnte. Vierzehn Zähne wiesen einen PAI-Score von  $\geq 3$  auf, hier konnte entweder eine Ver-

kleinerung der periapikalen Läsion (n=6, 43%), ein Stagnieren (n=3, 21%) oder eine Vergrößerung bzw. erneutes Auftreten (n=5, 36%) verglichen mit der Größe der Läsion vor der Behandlung festgestellt werden. Um Verwechslungen bezüglich der Untersuchung anderer prognostischer Faktoren zu vermeiden, wurden schließlich 4 der als pathologisch bezeichneten Zähne aus den statistischen Analysen ausgeschlossen, da sie zu diesem Zeitpunkt frakturiert waren. Keiner dieser zuletzt genannten Zähne wurde dabei definitiv prothetisch versorgt. Insgesamt 96 aller Fälle, samt den 4 frakturierten Zähnen, waren somit als asymptomatisch und voll "funktionsfähig" zu sehen. Mithilfe von Signifikanztests, dem exakten Fisher-Test und Chi-Quadrat-Test konnte bei Vorhandensein bzw. Ausbleiben einer präoperativen Perforation ( $p < 0,001$ ), ein hochsignifikanter Unterschied in Bezug auf die Heilungstendenz nach einer endodontischen Revisionsbehandlung festgestellt werden. Unter dieser Betrachtungsweise lag die Heilungsrate bei Zähnen mit periapikalen Aufhellungen und keiner vorangegangenen präoperativen Perforationsbehandlung bei umgerechnet 89%, wohingegen die Erfolgsrate bei Fällen mit präoperativen Perforationsbehandlungen lediglich 42% betrug. Durch logistische Regressionsanalysen konnten Farzaneh et al. in einem weiteren Schritt zeigen, dass die Qualität ( $p = 0,016$ ) und Länge ( $p = 0,031$ ) der Wurzelkanalfüllung sowie die Art der postoperativen Versorgung ( $p = 0,007$ ) einen weitaus wichtigeren Einfluss auf das Endergebnis der Behandlung hatten, als die Prognose bei Vorhandensein einer präoperativen apikalen Läsion ( $p = 0,034$ ). Letzteres ist sicherlich unter Vorbehalt zu betrachten, da nur diese Berechnung mithilfe des exakten Fisher-Tests durchgeführt wurde.

Gorni & Gagliani (58) untersuchten den Erfolg endodontischer Revisionsbehandlungen nach einem Beobachtungszeitraum von 24 Monaten. Dabei konnten von 451 behandelten Patienten 425 (94,2%) mit 452 Zähnen röntgenologisch und klinisch nachkontrolliert werden. Anhand von röntgenologischen Aufnahmen (Ultraspeed Film, Kodak), welche in zwei verschiedenen Projektionen durchgeführt wurden, teilten Gorni & Gagliani alle Fälle (254 Molaren, 107 Prämolaren und 91 einwurzelige Frontzähne) in zwei Kategorien ein; einerseits in Zähne, bei denen eine morphologische Kanalveränderung (RCMA) zu beobachten war, und andererseits in Zähne, bei denen die ursprüngliche Anatomie des Kanalverlaufs (RCMR) bei der endodontischen Initial-



behandlung beibehalten werden konnte. Wie bei den meisten Studien (3, 19, 20, 29, 35, 50, 54, 75, 108, 139, 146, 153) definierten auch hier strikte Kriterien einen Behandlungserfolg. Zusammenfassend konnte eine Gesamterfolgsrate von 69,03% erzielt werden. Im Vergleich zu den Erfolgsaussichten bei Zähnen mit unveränderter Morphologie des Kanalsystems (RCMR, n=245, 86,8%) betrugen diese in der anderen Gruppe (RCMA, n=207) nur 47% und stellten somit einen signifikanten Einfluss ( $p < 0,0001$ ) auf das Behandlungsergebnis dar. Generell und insbesondere bei der Gruppe mit morphologischen Kanalveränderungen (RCMA) konnte durch den Mann-Whitney U-Test gezeigt werden, dass die Präsenz einer präoperativen periapikalen Läsion signifikanten Einfluss auf die Heilungstendenz hatte ( $p < 0,0001$ ). In der Gruppe mit beibehaltenem ursprünglichen Kanalverlauf konnte im Hinblick einer vorhandenen bzw. nicht vorhandenen periapikalen Läsion lediglich ein geringer, jedoch kein statistisch signifikanter Einfluss auf das Behandlungsergebnis festgestellt werden ( $p = 0,19$ ).

Çalışkan (25) betrachtete in seiner retrospektiven Studie über 2 bis 8 Jahre die Überlebenswahrscheinlichkeit von 86 Zähnen, welche er selbst zwischen 1993 und 2001 an der Ege University in Izmir, Türkei endodontisch revisionsbehandelt hat. In allen Fällen konnte eine Parodontitis apicalis mit einer periapikalen Aufhellung von 2 bis 11 mm präoperativ diagnostiziert werden. 11 der revisionsbehandelten Zähne unterlagen dabei einer früheren chirurgischen endodontischen Therapie. Die restlichen Zähne (n=75) wurden hingegen auf konventionellem Wege endodontisch versorgt. 53 Zähne hatten eine Wurzel, 27 waren zweiwurzellig und die übrigen 10 dreiwurzellig. Im Anschluss an die klinische Untersuchung wurden die angefertigten röntgenologischen Aufnahmen unter Hilfestellung zweier unabhängiger, kalibrierter Beobachter nach einer Methode von Molven & Halse (41) ausgewertet. Die Übereinstimmung zwischen den beiden Untersuchern wurde auch in dieser Studie mit Hilfe eines Kappatests ermittelt (19, 32, 36, 39) und betrug  $\kappa = 0,955$ ;  $p = 0,00$ , was auf eine Übereinstimmung in fast allen Fällen hindeutet. Einen Erfolg definierten ähnliche Kriterien, wie sie bereits von Strindberg (144) und Rud et al. (127) in sämtlichen ihrer Evaluationen angewendet wurden. Nur bei klinischer und röntgenologischer Symptombefreiheit mit einer knöchernen Regeneration, also bei Ausheilung, wurde der Fall als Erfolg gewertet. Somit konnte eine vollständige Ausheilung der knöchernen Läsion bei 56 Zähnen (61,6%) und ein

Misserfolg bei 21 Zähnen (24,4%) verzeichnet werden. In 12 der Fälle konnte lediglich eine Verkleinerung der periapikalen Läsion erreicht werden. Sie wurden der Kategorie fraglich zugeordnet und machten umgerechnet 14% der nachuntersuchten Zähne aus. Obwohl dem präoperativen chirurgischen Eingriff (n=11) und der Größe der präoperativen periapikalen Läsion ein negativer Einfluss auf das Behandlungsergebnis zugesprochen werden konnten, ließ sich diesbezüglich keine signifikante Korrelation zwischen den beiden Faktoren und dem Endresultat der Behandlung zeigen. Nach Çalışkan lässt sich schlussfolgernd sagen, dass die nicht chirurgische Revisionsbehandlung als ernsthafte Alternative gegenüber einer erneuten chirurgischen Intervention zu sehen ist und entgegengesetzt der Meinungen von Danin et al. und Rud et al. eine chirurgische Revision oder gar Extraktion nicht gleich nötig ist. Einen mitunter entscheidenden Einfluss für die Ausheilung einer periapikalen Läsion sieht Çalışkan in der Verwendung von Kalziumhydroxid-Pasten als medikamentöse Einlagen oder zum Zweck einer zu erzielenden Apexifikation bei vorangegangenen chirurgischen endodontischen Eingriffen (51).

Basierend auf den Toronto-Studien von Farzaneh et al. (50) führten de Chevigny et al. (35) eine ähnliche prospektive Studie durch (Phase III und IV) und untersuchte von 477 revisionsbehandelten Zähnen 126 (26%) nach einem Zeitraum von 4-6 Jahren. Die Behandlung wurde auch in dieser Studie von graduierten Studenten der University of Toronto unter ständiger Betreuung durch bereits spezialisierte Endodontologen durchgeführt. Als Hilfsmittel wurde in allen Behandlungsfällen ein Operationsmikroskop (Global Surgical Corporation, St Louis, MO, USA) verwendet. Durch zwei ausgewählte Untersucher (graduierte Studenten), die im Vorfeld mit dem PAI-Score vertraut gemacht wurden bzw. kalibriert wurden, war es möglich die Daten der Nachuntersuchung auf klinischer und röntgenologischer Ebene zu erheben. Zähne die klinisch asymptomatisch erschienen und einen PAI-Score von  $\leq 2$  vorwiesen wurden als erfolgreich oder „geheilt“ bezeichnet. Abweichende Ergebnisse stellten einen Misserfolg dar. Ähnlich wie bei Phase I und II der Toronto-Studien wurden klinisch unauffällige Zähne ungeachtet ihres PAI-Scores als „funktionell“ betrachtet. Mit diesem Hintergrund konnte bei 104 (83%) Zähnen ein Behandlungserfolg ermittelt werden. Von den restlichen 22 Zähne, die als pathologisch bezeichnet wurden und einen Misserfolg

von 17% ausmachten, konnte in zwei Fällen ein PAI-Score von  $\leq 2$  (keine apikale Parodontitis), in 8 Fällen eine Verkleinerung oder Stagnation und bei weiteren 8 Zähnen eine Vergrößerung der periapikalen Läsion verzeichnet werden. Um Verwechslungen bezüglich der Untersuchung anderer prognostischer Faktoren zu vermeiden, wurden schließlich, analog zur Studie von Farzaneh et al., 4 der als pathologisch bezeichneten Zähne aus den statistischen Analysen ausgeschlossen, da sie zu diesem Zeitpunkt frakturiert waren. In 8 Fällen konnte keine klinische Symptombefreiung erreicht werden; sechs von 104 erfolgreich behandelten Zähnen wiesen eine Perkussionsempfindlichkeit auf und 2 von 18 Zähnen andere pathologische Symptome. Somit waren insgesamt 114 von 122 Zähnen (93%), die frakturierten Zähne ausgeschlossen, als asymptomatisch und voll "funktionsfähig" zu sehen. Im Anschluss führten de Chevigny et al. die Daten aus allen Phasen der Toronto-Studien zusammen und berechnete mithilfe von Signifikanztests Korrelationen zwischen verschiedenen Variablen und ihren Heilungstendenzen, um Aussagen über die Vorhersagbarkeit verschiedener Faktoren, die einen Einfluss auf das Behandlungsergebnis haben könnten, zu machen. Was die Heilungstendenz nach endodontischen Revisionsbehandlungen anbelangt, konnte abermals gezeigt werden, dass es einen signifikanten Unterschied gibt, wenn präoperative Radioluzenzen ( $p=0,012$ ) oder Perforationen ( $p=0,005$ ) und Unterschiede in der Qualität der Wurzelkanalfüllung ( $p=0,001$ ) vorhanden waren. In Abhängigkeit einer präoperativen Radioluzenz konnten als zuverlässige Faktoren für die Vorhersehbarkeit des Behandlungsergebnisses die Qualität der Wurzelkanalfüllungen ( $p<0,001$ ) und die Anzahl der Behandlungen ( $p=0,005$ ) ermittelt werden. Bei Fällen die sowohl eine präoperative periapikale Aufhellung als auch eine inadäquate Wurzelkanalfüllung vorwiesen ( $n=125$ ) lag die Heilungsrate bei 86%, wohingegen die Erfolgsrate bei präoperativ adäquat gefüllten Wurzelkanälen lediglich 50% betrug ( $n=22$ ). Die besten Behandlungsergebnisse konnten bei Vorliegen einer präoperativ inadäquaten Wurzelkanalfüllung und Fehlen von Perforationen und Radioluzenzen erzielt werden.

## 1.2 Fragestellung

Ziel der vorliegenden Studie ist die retrospektive Untersuchung von endodontischen Revisionsbehandlungen, welche in den Jahren 2004 bis 2007 in vivo in der Abteilung für Zahnerhaltung der Philipps-Universität Marburg erfolgten. Ein Beobachtungszeitraum von 4-6 Jahren wird dabei anvisiert.

Zu Beginn dieser Studie soll aufgezeigt werden, wie in den studentischen Behandlungskursen der Abteilung für Zahnerhaltung an der Philipps-Universität Marburg bei endodontischen Revisionsbehandlungen vorgegangen wird und wie sich die ermittelte Erfolgsrate im Hinblick auf die in der internationalen Literatur beschriebenen Ergebnisse darstellt.

Es gilt es zu klären, inwiefern prä- oder intraoperative Parameter den Ausgang einer endodontischen Revisionsbehandlung beeinflussen, um zukünftig eine genauere Prognose über die Erfolgsaussichten bei endodontischen Revisionsbehandlungen geben zu können. Hierbei sollen Unterschiede zwischen Ober- und Unterkiefer, Front- und Seitenzähnen sowie zwischen den einzelnen Zahntypen untersucht werden. Weiterhin soll untersucht werden, ob geschlechts- oder altersspezifische Unterschiede hinsichtlich der Ausheilung festzustellen sind und wie sich das Verhalten der Patienten bezüglich einer Nachuntersuchung darstellt. Ferner soll durch einen Vorher-Nacher-Vergleich der präoperative Befund über die röntgenologische Qualität der Restauration und Wurzelkanalfüllung mit der postoperativen Situation verglichen werden. Eine abschließende Prüfung soll darüber Aufschluss geben, ob es einen Unterschied hinsichtlich des Qualifizierungsgrades des Behandlers und der ermittelten Erfolgsraten bei endodontischen Revisionsbehandlungen gibt.

Auf Grundlage der verfügbaren Daten kann vermutet werden, dass unter- und überfüllte Wurzelkanäle, mangelhafte bzw. insuffiziente Wurzelkanalfüllungen und präoperative periapikale Läsionen die Prognose ungünstig beeinflussen. Eine abschließende Einschätzung dieser und anderer potentieller Einflussgrößen ist jedoch gegenwärtig nicht gänzlich möglich. Hierfür ist die Zahl valider klinischer Studien, die den Einfluss solcher Faktoren analysieren, bisher zu gering (122).

## **2 Material & Methode**

Es handelt sich bei dieser Studie um eine retrospektive, epidemiologische Studie. Die dabei gewonnenen Daten und Informationen über den Behandlungsablauf und das Behandlungsergebnis entstammen der Kartei der Abteilung für Zahnerhaltungskunde des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Philipps-Universität Marburg.

Als Grundlage für die röntgenologische Datenerhebung werden die vorhandenen Röntgenbilder des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Philipps-Universität Marburg herangezogen, die gemäß den Richtlinien der DGZMK (39, 41) und der ESE (45, 46) angefertigt wurden.

Alle dokumentierten Zähne unterlagen der seinerzeit gültigen Lehrmeinung der Abteilung für Zahnerhaltungskunde der Philipps-Universität Marburg.

## 2.1 Behandlungsablauf von endodontischen Revisionsbehandlung

Nach erfolgter Aufnahme und Vorstellung des Patienten im studentischen Behandlungskurs stand zunächst die klinische Untersuchung des Zahnes im Vordergrund. Dabei wurde neben einer horizontalen und vertikalen Perkussionstestung eine Palpationstestung im angrenzenden Bereich des zu behandelnden Zahnes durchgeführt. Trotz eines zu vermutenden negativen Ergebnisses, sollte aus didaktischen Gründen immer ein Sensibilitätstest pulpennah mit einem Kältespray (Fa. Pluradent, Offenbach) benetzten Schaumstoffpellet (Fa. Pluradent, Offenbach) erfolgen. Klinisch auffällige Symptome wie Schmerzen, Schwellungen und Fisteln wurden auf einem gesonderten Formular zur Dokumentation von Wurzelkanalbehandlungen notiert. Die Anfertigung einer röntgenologischen Aufnahme als Anfangsbefund war bei der Untersuchung des apikalen Parodontiums unumgänglich und lag den studentischen Behandlern in den meisten Fällen bereits vor. War dies nicht der Fall, wurden neue Aufnahmen mit dem digitalen Röntgensystem (Gendex Dens-o-mat, Gendex Dental Systems, Mailand, Italien) der Abteilung angefertigt. Die MS-Windows Software "DIGORA<sup>®</sup>" (Soredex, Tuusula, Finnland) ermöglichte die Darstellung sowie Bearbeitung der angefertigten Aufnahme. Neben der Befundung der periapikalen Region wurde dieses Röntgenbild zur Einschätzung der zu erwartenden Arbeitslänge herangezogen.

Aufgrund fehlender Sensibilitäten bei endodontischen Revisionsbehandlungen konnte in den meisten Fällen auf eine Infiltrations- oder Leitungsanästhesie verzichtet werden. In Fällen mit einer Restsensibilität aufgrund unvollständig durchgeführter initialer Wurzelkanalbehandlungen war es oberste Priorität, den Patienten mittels lokaler Anästhesie eine schmerzfreie Behandlung zu ermöglichen. Um trockene und aseptische Verhältnisse zu erreichen, aber auch um das Verschlucken oder Aspirieren von Instrumenten oder Spülflüssigkeiten zu verhindern, wurde im Anschluss an die klinische Untersuchung in allen Behandlungsfällen ein Kofferdam (Hager & Werken GmbH & Co. KG, Duisburg) eingesetzt (11). Bei stark kariös zerstörten Zähnen erfolgte noch vor der eigentlichen endodontischen Revisionsbehandlung eine Bereinigung der betroffenen Stellen sowie die Anfertigung einer adhäsiven Aufbaufüllung, um eine Keimverschleppung in Richtung des Periapex zu vermeiden.

Das Anlegen einer Zugangskavität erfolgte mit schnell laufenden Diamanten. In Abhängigkeit des zu behandelnden Zahnes wurde dabei stets auf einen achsengerechten und geradlinigen Zugang geachtet, um einem frühzeitigen Misserfolg vorzubeugen. Häufig mussten jedoch vorhandene Restaurationen zunächst entfernt werden, um einen Zugang zum Wurzelkanalsystem zu schaffen. Dabei konnten bestehende Restaurationen durch den Einsatz von Systemen, wie z.B. CORONAflex (KaVo Dental GmbH, Biberach/Riß), zum Teil ohne Zerstörung entfernt werden, um diese später als provisorische oder ggf. definitive Versorgung wieder zu nutzen. Sofern die bestehende Restauration bezüglich Präzision des Randschlusses, Ästhetik, Funktion und Parodontalhygiene den klinischen Anforderungen genügte, konnte die Revision unter Erhalt derselben durchgeführt werden (39). War der Pulpenkammerboden erst einmal erreicht, galt es diesen unbedingt bei der Suche der Kanaleingänge zu schützen. Überschüssiges Wurzelkanalfüllmaterial in der Pulpenkammer wurde mit einem Rosenbohrer entfernt. Um einer Fraktur von koronalen Anteilen vorzubeugen, wurden stark geschwächte Höcker eingekürzt. Das Entfernen des oberen Anteils der vorhandenen Wurzelkanalfüllung erfolgte unter Verwendung von Gates-Glidden Bohrer (GEBR. BRASSELER GmbH & Co. KG, Lemgo), permanent rotierenden Nickel-Titan-Instrumenten (FlexMaster<sup>®</sup>, VDW GmbH, München) oder Müller-Bohrer (GEBR. BRASSELER GmbH & Co. KG, Lemgo) bei ausreichender Spülung mit 3%igem NaOCl (Aug. Hedinger GmbH & Co. KG, Stuttgart). Weichbleibende Pasten ließen sich mittels Gates-Glidden-Bohrer einfacher entfernen als mit Handinstrumenten. Beginnend mit Größe 3 für enge Wurzelkanäle und mit Größe 4–5 für durchschnittlich weite Kanäle, wurden die Bohrer langsam rotierend (grünes Winkelstück) und mit federleichtem Druck nach apikal bewegt und unter stetigem Kontakt zur äußeren Kanalwand ausgestrichen. Der Vorgang wurde sofort unterbrochen, sobald Widerstand auftrat. Dann erfolgte der Wechsel zu den nächst kleineren Gates-Glidden-Bohrer (Größe 2–3). Um weiter nach apikal vordringen zu können, wurden Hedströmfeilen (VDW GmbH, München) eingesetzt (39). Ließ sich das bestehende Füllungsmaterial (Guttapercha) aufgrund von speziell durchgeführten Kompaktionstechniken wie etwa einer warm vertikal kompaktierten Wurzelkanalfüllung nicht auf Anhieb entfernen, wurde Eukalyptusöl (Kräuterhaus Sanct Bernhard KG, Bad Ditzgenbach) als Lösungsmittel hinzugezogen.

Obwohl hervorragend in seiner Wirkung, gilt die Anwendung von Chloroform heute als obsolet, da diesem Lösungsmittel eine kanzerogene Wirkung zugesprochen wird (8). Bei erhärtenden Zementen oder Pastenfüllungen konnte ebenfalls ein Lösungsmittel erforderlich sein. In einigen Fällen wie z.B. bei Resorcinol-Formaldehyde-Resin ("Russian Red") ist das Füllmaterial jedoch unempfindlich und wird nicht aufgelöst, sodass eine rein mechanische Entfernung notwendig ist.

Nach erfolgreicher chemo-mechanischer Revision des koronalen Kanaldrittels galt es, das mittlere sowie apikale Kanaldrittel von Wurzelkanalfüllmaterialresten mit Handinstrumenten zu befreien. Dabei wurde die Eindringtiefe des verwendeten Instrumentes unter Zuhilfenahme eines Apexlocators (Raypex<sup>®</sup>4, VDW GmbH, München) bis zum physiologischen Apex elektrometrisch überprüft. War schließlich der größte Anteil an Wurzelkanalfüllmaterial in den unteren Zweidrittel entfernt, konnten Silberstifte (VDW GmbH, München) entsprechend der vorher ermittelten Arbeitslänge angepasst werden. Den eingeführten Silberstiften wurden dabei fixe Referenzpunkte zugeordnet, die neben einer Dokumentation der ermittelten elektrometrischen Arbeitslänge ebenfalls schriftlich festgehalten wurden. Durch eine röntgenologische Aufnahme, der sogenannten Nadelmessaufnahme, wurde die endgültige Arbeitslänge in der röntgenologischen Annäherungstechnik nach Ingle (81) bestimmt, ohne die eine weitere Aufbereitung der Kanäle nie erfolgen sollte. Ließ sich eine Abweichung des Silberstiftes um mehr als 2 mm vom röntgenologischen Apex feststellen, musste eine weitere Röntgenaufnahme mit einer Korrektur der Länge des Silberstiftes angefertigt werden. In Fällen einer Überlagerung von Wurzeln, in denen keine deutliche Abbildung erreicht werden konnte, musste ebenfalls erneut geröntgt werden. Hierbei machte man sich den Vorteil einer exzentrischen Aufnahme zunutze. War bei Zähnen bereits vor der Anfertigung von einer Überlagerung der Wurzelkanäle auszugehen, wie etwa bei Prämolaren oder den mesialen Wurzeln von Unterkiefermolaren, wurden Silberstifte unterschiedlicher Größe in diese eingeführt, was eine bessere Unterscheidung auf dem Röntgenbild ermöglichte. An endodontisch revisionsbehandelten Zähnen, aber auch generell, sollte der Kanal bis 1 mm (+/- 0,5 mm) vor der Wurzelspitze, dem röntgenologischen Apex, aufbereitet werden. Ebenfalls ist unbedingt auf den Erhalt der apikalen Konstriktion und Wurzelkanalverlauf zu achten, falls dieser bereits durch die initiale Behandlung nicht sonderlich verändert wurde.



Das Ziel jeder Wurzelkanalbehandlung war es, einen apikalen Stop zu schaffen, der ein späteres Überfüllen des Kanals verhindern sollte, da eine überextendierte Wurzelkanalfüllung im periapikalen Gewebe Irritationen auslösen und zu einem Misserfolg der endodontischen Therapie führen kann (39). Wurde der Wurzelkanal jedoch zu kurz abgefüllt, besteht die Gefahr einer unvollständigen Ausheilung bzw. Persistenz der periapikalen Entzündung oder gar einer erneuten Inflammation.

In Abhängigkeit der röntgenologisch ermittelten Wurzelkanalkonfiguration und dem Krümmungsgrad wurden die Wurzelkanäle manuell mit ISO genormten Kerr- oder Hedströmfeilen (VDW GmbH, München) oder maschinell mit dem FlexMaster® System bis zu der zuvor bestimmten Arbeitslänge aufbereitet. Um eine ausreichend desinfizierende Wirkung hinsichtlich der mikrobiellen Kontamination zu erzielen, wurde der apikale Bereich um mindestens drei Größen erweitert. Bei der manuellen Aufbereitungstechnik wurde die gewählte Feile passend zu ihrer Schneidengeometrie so lange benutzt, bis das Instrument locker und ohne Friktion im Kanal saß und den Weg für die nächstgrößere Feile ebnete. Kerrfeilen wurden in der Regel mit einer viertel bis maximal halben Umdrehung im Uhrzeigersinn verwendet, wohingegen bei den Hedströmfeilen eine stoßend-ziehende Bewegung ausgeführt wurde. Jeder Schritt sollte dabei unter Rekapitulation mit der zuvor verwendeten Feile und unter ständigem Gebrauch von 3%igem NaOCl abgeschlossen werden. Auch in Fällen, in denen die nächstgrößere Feile zunächst nicht auf die volle Arbeitslänge gebracht werden konnte, wurde mit der zuvor benutzten kleineren Feile rekapituliert, um einer möglichen Stufenbildung entgegen zu wirken. Die Aufbereitung fand im Idealfall im feuchten Kanal statt (gefüllt mit NaOCl), damit die durch das Feilen entstandenen Dentinspäne mittels Sauerstoffbildung aus den Kanälen heraus befördert werden konnten.

Bei schwergängigen Kanälen kann der Gebrauch eines zusätzlichen EDTA-Präparats (Largal Ultra®, Septodont, Niederkassel) von Vorteil sein, welches die Schmierschicht auf dem Wurzeldentin entfernt und es somit geringgradig erweichen lässt. Die verwendete Konzentration beträgt in der Regel 17%. Aufgrund von chemischen Interaktionen sollte EDTA niemals mit NaOCl gemischt angewendet werden, sondern immer nacheinander Anwendung finden (161).

Das bei der Aufbereitung zuletzt benutzte Instrument wurde als AMF (apikale Masterfeile) bezeichnet. Im nächsten Schritt wurde die Arbeitslänge für jedes größere

Instrument um jeweils 0,5-1 Millimeter reduziert, sodass ein um drei ISO-Größen größeres Instrument um 1,5-3 Millimeter kürzer war. Die Entscheidung, in welchen Abständen die Step back-Technik zum Tragen kam, wurde dabei ähnlich wie bei der Entscheidung über die Art der Aufbereitungstechnik vom Krümmungsgrad des Wurzelkanals abhängig gemacht, um beispielsweise bei gekrümmten Kanälen einem sogenannten Elbow-Zip-Phänomen vorzubeugen. Bevor die nächstgrößere Feile benutzt wurde, wurde der Wurzelkanal mit der AMF rekapituliert. Durch zirkumferentes Feilen mit Hedströmfeilen konnten die Kanalwände abermals geglättet werden. Die abschließend eingesetzte, größte Feile wurde als FF (final file) bezeichnet. Waren die Wurzelkanäle schließlich vollständig aufbereitet und von altem Füllmaterial bereinigt, wurden die Kanäle mit abgemessenen Papierspitzen getrocknet. Unter Berücksichtigung der ISO-Größe der AMF wurde ein normierter Guttaperchastift (Fa. Pluradent, Offenbach) als Hauptsift (Masterpoint) dem Kanal angepasst. Eine vernünftige Klemmpassung war in jedem Fall zu erzielen, da sonst die Gefahr der apikalen Verlagerung des Stiftes während der Obturation bestanden hätte. Durch eine nachfolgende röntgenologische Aufnahme, der Masterpointaufnahme, sollte dabei die Länge des Guttaperchastiftes bzw. der Abstand zum röntgenologischen Apex überprüft und festgehalten werden, was nicht nur aus therapeutischer Sicht als wichtig erscheint, sondern auch aus forensischen Gründen ratsam ist.

Ließ sich eine Behandlung aufgrund von anhaltenden Beschwerden oder einer vorangegangenen Exposition der alten Wurzelkanalfüllung zur Mundhöhle nicht an einem Tag abschließen, wurde zwischen den Sitzungen eine medikamentöse Einlage mittels Lentulo und Papierspitzen in die Kanäle eingebracht. In der Regel fand ein Kalziumhydroxid-Präparat (Calxyl®; OCO, Dirmstein) Anwendung, welches eine hervorragende Gewebe auflösende Wirkung besitzt und starke antimikrobielle Wirkung entfaltet (66, 152). Klage der Patient jedoch über Schmerzen, wurde ein Kortikoid-Antibiotika-Präparat (Ledermix®; Riemser, Greifswald) appliziert. Der Zahn wurde dann bis zur nächsten Sitzung mit einem Schaumstoffpellet und einem Glasionomerkement (Ketac™ Fil Plus, 3M Espe, Neuss) temporär verschlossen.

Im Falle einer vorübergehenden postoperativen Beschwerdezunahme wurde eine Schmerzlinderung durch die Verabreichung eines Analgetikums wie z.B. Ibuprofen (IBU-ratiopharm® 600mg, ratiopharm GmbH, Ulm) erreicht.

Wurde der Zahn zuvor provisorisch verschlossen, musste in der nächsten Sitzung der provisorische Verschluss und die medikamentöse Einlage unter Kofferdam zunächst entfernt werden. Erst nachdem der Kanal vollständig getrocknet und der Patient beschwerdefrei war, konnte die Wurzelkanalfüllung erfolgen.

In Fällen hingegen, in denen ein Kortikoid-Antibiotika-Präparat als medikamentöse Einlage appliziert wurde oder sich weiterhin Blut/Exsudat an den Papierspitzen befand, war eine weitere medikamentöse Einlage mit einem Kalziumhydroxid-Präparat unverzichtbar, gegebenenfalls in Kombination mit einer weiteren Aufbereitung und NaOCl-Spülung.

Waren alle Voraussetzungen erfüllt, konnte mit der definitiven Wurzelkanalfüllung begonnen werden. Nach korrekter Anpassung des Masterpoints wurde zunächst mit Hilfe von Papierspitzen oder einem Lentulo der Sealer AH Plus® (Dentsply DeTrey, Konstanz), ein aus zwei Pasten bestehender, chemischhärtender Wurzelkanalsealer auf Epoxidharzbasis in den Kanal eingebracht, um die Kanalwände dünn zu benetzen. Für eine bessere Penetration des Sealers in die Dentintubuli wurde vor der eigentlichen Applikation eine Spülung mit 17%igem EDTA zur Entfernung des Smear layers vorgenommen, wie bereits Loel in einer Publikation von 1975 forderte (39).

Angesichts der zunehmend veränderten mikrobiellen Zusammensetzung bei endodontischen Revisionsbehandlungen, u.a. durch den Grampositiven Keim *E. faecalis*, hat es sich ebenfalls als sinnvoll erwiesen, eine abschließende Spülung mit Chlorhexidindiglukonat (CHX) in 2%iger Konzentration durchzuführen (11). Zu berücksichtigen ist jedoch bei dem Gebrauch eines CHX-Präparates, dass es bei unsachgemäßer Anwendung ohne Verwendung einer Zwischenspülung (0,9% NaCl, 70% Ethanol) zu unerwünschten bräunlichen Verfärbungen (Ausfällung des giftigen Parachloranilin) kommen kann, was vor allem im Frontzahnggebiet zu einem sichtlichen ästhetischen Problem führt. Präzipitationen von CHX-Kristallen konnten dann beobachtet werden, wenn sich Überreste von NaOCl im Kanal befanden (11).

Nach einer gleichmäßigen Benetzung der Kanalwände mit dem Sealer wurde der an der Spitze ebenfalls benetzte und zuvor gründlich mit Alkohol getrocknete Masterpoint unter leicht pumpenden Bewegungen in den Kanal platziert und durch einen Spreader (VDW GmbH, München), welcher auf eine Länge von 2-3 mm kürzer als die ermittelte Arbeitslänge eingestellt war, im Sinne der lateralen Kompaktionstechnik an die Kanal-

wand adaptiert. Im Verlauf wurden dann nach und nach weitere akzessorische Guttaperchastifte in den entstandenen Raum nachgeschoben, bis sich der Spreader nur noch 3-4 mm in den Kanal einführen ließ. Die koronal hinausragenden Guttaperchastifte wurden mit einem erhitzten Exkavator abgetrennt und das Pulpenkavum mit einem in Alkohol getränkten Pellet gereinigt. Durch eine anschließende vertikale Kompaktion mittels eines Pluggers, ließ sich eine zusätzliche Verdichtung und Homogenisierung der Wurzelkanalfüllung erzielen. Um die Vollständigkeit und Qualität der Wurzelkanalfüllung beurteilen zu können, musste eine weitere röntgenologische Aufnahme angefertigt werden. Erst wenn diese den Kriterien einer sachgemäßen Wurzelkanalfüllung entsprach, konnten die Kanaleingänge sowie die Zugangskavität adhäsiv verschlossen werden. Dabei wurde im Bereich der Kanaleingänge nach vorangegangener Konditionierung mit 37%iger Phosphorsäure (Email Preparator, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Lichtenstein) und einem Dentinhaftvermittler (Syntac, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Lichtenstein) ein fließfähiges Komposit (Tetric flow<sup>®</sup>, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Lichtenstein) eingesetzt, welcher sich für den Fall einer erneuten Revision oder Stiftsetzung deutlich von der Farbe des Dentins und dem eigentlichen Verschluss der Zugangskavität mit herkömmlichen Komposit (Herculite<sup>®</sup>, Kerr GmbH, Rastatt) unterschied. Einer adhäsiven Deckfüllung aus Komposit kam dabei eine ausgesprochen zentrale Bedeutung zu, was die Rekontamination der Wurzelkanäle und die Entstehung einer koronalen Leakage anbelangte. Eine definitive prothetische Versorgung des endodontisch behandelten Zahnes sollte wenn möglich zeitnah, sprich nach einer Beobachtungszeit von 3-6 Monaten, angefertigt werden, um beispielsweise Zahnfrakturen zu verhindern (39, 109, 148). Um das Behandlungsergebnis langfristig kontrollieren zu können, sollte gemäß den Richtlinien der DGZMK und ESE der Erfolg über mindestens 4 Jahren in regelmäßigen Abständen klinisch und röntgenologisch überprüft werden. Empfohlene Zeitintervalle sind: 6 Monate, 1 Jahr, 2 Jahre und 4 Jahre nach Abschluss der Behandlung (39, 41, 45, 46).

## 2.2 Patientenwahl

In der vorliegenden Arbeit wurden aus der Kartei sämtliche dokumentierte endodontische Revisionsbehandlungen, die im studentischen Behandlungskurs I und II (7. resp. 10. Studiensemester) im Zeitraum von Januar 2004 bis Dezember 2007 durchgeführt worden sind, entnommen und erfasst. Der Beobachtungszeitraum sollte dabei 4-6 Jahre betragen.

Zur Ermittlung des gewünschten Patientengutes wurde das Röntgenbuch der Abteilung herangezogen. Diese Vorgehensweise stellte sich als äußerst günstig dar, da davon auszugehen war, dass alle endodontischen Revisionsbehandlungen im Rahmen von postoperativen Kontrollaufnahmen röntgenologisch festgehalten wurden. Die entsprechenden Patientenkarten wurden in Abhängigkeit vom Vorhandensein einer Nachuntersuchung entweder aus dem Archiv der Abteilung oder der laufenden Kartei entnommen.

Entsprechend der genannten Kriterien konnten Daten von insgesamt 120 Patienten mit 133 Zähnen (219 Wurzeln und 267 Kanäle) erfasst werden.

Fälle ( $n=2$ ), bei denen eine endodontische Behandlung nicht abgeschlossen werden konnten, wurden nicht in die statistische Auswertung integriert, da sich aufgrund fehlender Informationen kein zuverlässiges Ergebnis ermitteln lässt. Entsprechend können keine Aussagen über die Art und den Verlauf der endodontischen Revisionsbehandlung, die Qualität der Wurzelkanalfüllung zum Zeitpunkt des Behandlungsendes, der Art der postoperativen prothetischen Versorgung und dem eigentlichen Grund im Falle einer Extraktion getroffen werden. Die Gründe hierfür waren vielfältig und reichen von dem plötzlichen Nichterscheinen des Patienten durch Krankheit, Verzug und mangelndem Interesse bis hin zu einer Weiterbehandlung durch einen niedergelassenen Kollegen oder Hauszahnarzt (HZA). Der genaue Grund war jedoch nicht in jedem Fall bekannt.

Patienten ( $n=23$ ), die keine Nachuntersuchung aufwiesen, wurden durch entsprechende Vermerke gekennzeichnet und galten bei der Berechnung der erzielten Recallrate als unerlässlich.

## 2.3 Datenerhebung

### 2.3.1 Allgemeine Daten

Folgende Daten mussten der jeweiligen Patientenkarte zu entnehmen sein:

- Name der Patienten
- Geburtsdatum der Patienten
- Geschlecht der Patienten
- Grund der Konsultation
- Art der behandelten Zähne
- Anzahl der behandelten Wurzeln und Kanäle
- Abschlussdatum der endodontischen Revisionsbehandlung
- Art der postoperativen Versorgung
- Datum des letzten Recalls

### 2.3.2 Klinische Daten

Bei der klinischen Datenerhebung lag zunächst das Hauptkriterium im Verbleib des Zahnes. Neben einer Erfassung der vertikalen und horizontalen Perkussions- und Palpationsempfindlichkeit, wurden die Sondierungstiefen (ST) bzw. Taschentiefen (TT) mit allen vier dokumentierten Werten (distal (d), vestibulär (v), mesial (m) sowie oral (o)) übernommen. Der Lockerungsgrad wurde nach der Einteilung der Deutschen Gesellschaft für Parodontologie (DGP) (38) wie folgt den Patientenkarten entnommen:

Grad 0 = physiologische , nicht erhöhte Zahnbeweglichkeit

Grad 1 = erhöhte Zahnbeweglichkeit, spürbar oder sichtbar bis 1 mm  
horizontal

Grad 2 = erhöhte Zahnbeweglichkeit, sichtbar über 1 mm horizontal

Grad 3 = erhöhte Zahnbeweglichkeit, beweglich auf Lippen- und  
Zungendruck und/oder in axialer Richtung

### 2.3.3 Röntgenologische Daten

Anhand der Röntgenbilder war die Bestimmung folgender Parameter möglich:

- **Röntgenologischer koronaler Status (RCS-Score (74))**

Grad 1: Intakte Restauration ohne Zeichen der Leakage

Grad 2: Restauration zeigt offenen Spalt

Grad 3: Restauration weist eine Sekundärkaries auf

- **Länge der Wurzelkanalfüllung (LRF-Score (74))**

Grad 1: Wurzelkanalfüllung endet 0-2 mm vor dem röntgenologischen Apex

Grad 2: Wurzelkanalfüllung endet >2 mm vor dem röntgenologischen Apex

Grad 3: Wurzelkanalfüllung reicht über den röntgenologischen Apex hinaus

- **Homogenität der Wurzelkanalfüllung (HRF-Score (74))**

Grad 1: Homogene Wurzelkanalfüllung, gute Kompaktion, keine Blasen sichtbar

Grad 2: Inhomogene Wurzelkanalfüllung, schlechte Kompaktion, sichtbare Blasen vorhanden

- **Qualität der Wurzelkanalfüllung (RF-Score (105))**

Kriterium	1	2	3	4	5
Länge 0,1-2 mm vor Apex	+	+	-	+	-
Verschluss (Seal)	+	+	+	-	-
Konizität (Taper)	+	maximal ein Kriterium fehlt		nicht beurteilbar	
Kongruenz	+				

- **Periapikaler Zustand (PAI-Score (119))**

Grad 1: Keine Veränderung in der periapikalen Region sichtbar



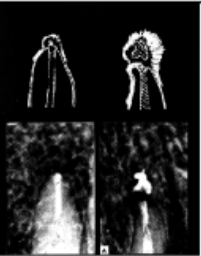
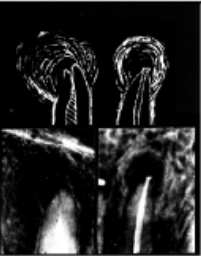

Grad 2: Strukturänderung im periapikalen Bereich sichtbar

Grad 3: Periapikale Strukturveränderungen mit Mineralverlust

Grad 4: Radioluzenz im periapikalen Bereich

Grad 5: Radioluzenz mit Anzeichen der Exazerbation

**Abb. 1:** Grafische Darstellung des periapikalen Index (PAI) (Ørstavik et al. 1986 (119))(88)

1	2	3	4	5
				
Normal periapical structures	Small changes in bone structure	Changes in bone structure with some mineral loss	Periodontitis with well-defined radiolucent area	Severe periodontitis, exacerbating features

Den Röntgenbildern kam dabei eine zentrale Rolle zu, da Informationen über eine eventuell vorliegende periapikale Entzündung des Alveolarknochens oder eine pathologische Veränderung des Parodontalspalts, welche ebenfalls mit der Revisionsbehandlung in Verbindung stehen konnte, nur auf diesem Wege festzustellen waren.

Die röntgenologischen Aufnahmen wurden durch zwei unabhängige Untersucher (OA Dr. Roggendorf & ZA Heekeren) nach den obengenannten Kriterien ausgewertet. Beide Untersucher wurden im Vorfeld an die eigentliche Auswertung mit Hilfe von Abb.1 kalibriert und eingestellt. Die Beurteilung der röntgenologischen Aufnahmen fand zunächst separat und anschließend gemeinsam statt. Waren Unstimmigkeiten zu verzeichnen oder konnte kein Konsens gefunden werden, wurde sich entweder für den nächsthöheren Wert entschieden oder ein dritter unabhängiger Untersucher (ZÄ Pontius) konsultiert. Um eine Einschätzung der Übereinstimmung zwischen den beiden Beobachtern näher verifizieren zu können und eine gewisse Zuverlässigkeit bei den Auswertungen zu gewährleisten, wurde im Anschluss an die Bewertungen ein sogenannter Übereinstimmungstest (Kappa-Test) vorgenommen.

Um die Daten entsprechend erfassen und statistisch auswerten zu können, wurde zunächst eine Tabelle in Excel® 2003 erstellt, welche die Grundlage für die Anfertigung einer Datenbank mit FileMaker® Pro 11 darstellte.



## 2.4 Definition von endodontischem Erfolg/Misserfolg

Zähne, bei denen ein PAI-Score von  $\leq 2$  röntgenologisch festzustellen war und klinisch keine pathologischen Veränderungen zu beobachten waren, wurden ungeachtet ihrer periapikalen Veränderungen als Erfolg gewertet, da angenommen wird, dass das Parodont einer ständigen und lebenslangen dynamischen Veränderung unterworfen ist. Als Misserfolg wurden diejenigen Zähne gewertet, die entweder einen PAI-Score von  $\geq 3$  (Mineralverlust des Knochens) oder während der klinischen Nachuntersuchung pathologische Veränderungen, wie z.B. Schwellungen und Rötungen, in unmittelbarer Umgebung des Zahnes aufwiesen. In Fällen mit multiplen Wurzeln und Wurzelkanälen wurde der Zahn immer nach der auffälligsten Wurzel (höchster PAI Score) bewertet. Ein ähnliches Vorgehen wurde bei der Auswertung der anderen Kriterien angewandt. Fälle, bei denen der nachuntersuchte Zahn keinerlei klinisch pathologische Symptome aufwies und röntgenologisch eine Abheilung der periapikalen Läsion zu beobachten war (PAI-Score  $<$ ) wurden als “funktionell“ gewertet.

## 2.5 Statistik

Die patienten- und zahnbezogenen Daten wurden zunächst in Microsoft Excel® 2003 erfasst und mittels Konvertierung in eine Datenbank in File Maker Pro 11® übertragen. Dadurch war es möglich, für jeden Patienten ein Profil zu erstellen, welches neben den bereits aufgeführten Daten auch ein präoperatives und Recallröntgenbild beinhaltet. Die statistischen Auswertungen erfolgten mit SPSS® Version 19 (IBM Inc., Chicago, Illinois, USA) für MacOS X, Grafiken und Tabellen wurden mit Microsoft Word® erstellt. Die quantitativen Merkmale wurden mit Hilfe von absoluten und relativen Häufigkeiten beschrieben, die qualitativen mit Median, Minimum, Maximum und Mittelwert. Zusammenhänge zwischen Einflussgrößen wie einerseits Zahnart, Zahntyp, Geschlecht und andererseits den Behandlungsergebnissen wurden mit Hilfe von Chi-Quadrat-Test, Fisher's Exact-Test und Kappa-Test berechnet. Ein Wert  $p < 0,05$  wurde als signifikant angesehen.

## **3 Ergebnisse**

### **3.1 Betrachtung des Gesamtkollektivs**

Im Folgenden soll die Summe aller dokumentierten, wurzelkanalbehandelten Zähne betrachtet werden. Hierzu sagt die deskriptive Statistik aus, dass Daten von 120 Patienten aufgenommen wurden. Dementsprechend wurden 133 Zähne (219 Wurzeln und 267 Kanäle) endodontisch revidiert, wobei die höchste Anzahl bei 4 behandelten Zähnen pro Patient lag. Das Alter des Patientenkollektivs variierte zwischen 16 und 83 Jahren. 105 Zähne (173 Wurzeln und 212 Kanäle) konnten durch die Angaben aus den Karteikarten in die Statistik aufgenommen werden. 60 Zähne fielen unter die Kategorie der Vier- bis Sechsjahrefälle. 23 Patienten mit 28 behandelten Zähnen (46 Wurzeln und 55 Kanäle) wiesen keine Nachuntersuchung auf und konnten somit nicht vollständig ausgewertet werden. Einen Abbruch der Behandlung konnte aus unbekannten Gründen bei 2 Patienten verzeichnet werden. In allen Fällen handelte es sich um den ersten Versuch einer endodontischen Revisionsbehandlung. Mehrfache Revisionen waren somit nicht Bestandteil dieser Arbeit.

#### **3.1.1 Häufigkeitstabelle**

Bei dem Großteil der Patienten wurde nur eine endodontische Revisionsbehandlung vorgenommen. 110 Patienten (91,7%) unterlagen einer Behandlung; bei 8 Patienten (6,7%) wurden zwei endodontische Revisionsbehandlungen durchgeführt. Lediglich bei einem Patienten (0,8%) wurden drei und bei einem weiteren Patienten (0,8%) vier endodontische Revisionsbehandlungen durchgeführt. Die Anzahl der Patienten, bei denen mehr als zwei Zähne revidiert worden sind, war mit 1,6% verschwindend gering und kann somit als Ausnahme gesehen werden.

**Tab. 3.1:** Anzahl der behandelten Zähne pro Patient

Anzahl der Zähne	Häufigkeit (n)	Prozent (%)
1	110	91,7%
2	8	6,7%
3	1	0,8%
4	1	0,8%
<b>Insgesamt</b>	<b>133</b>	<b>100%</b>

### 3.1.2 Altersverteilung

Die Altersverteilung zeigt, dass in der Abteilung für Zahnerhaltungskunde kaum Zähne bei Patienten unter 20 Jahren (2,2%), sowie über 80 Jahren (0,8%) einer endodontischen Revisionsbehandlung bedurften. Die am häufigsten vertretene Altersgruppe lag im Bereich der 21- bis 60-jährigen Patienten (74,4%).

**Tab. 3.2:** Verteilung der behandelten Zähne auf die Altersgruppen

Alter (Jahre)	Anzahl der Zähne	
	(n)	(%)
≤20	3	2,2%
21-40	50	37,6%
41-60	49	36,8%
61-80	30	22,6%
>80	1	0,8%
<b>Insgesamt</b>	<b>133</b>	<b>100%</b>

### 3.1.3 Geschlechterverteilung

71 der endodontisch revisionsbehandelten Zähne (53,4%) wurden bei männlichen Patienten, 62 (46,6%) bei weiblichen Patienten durchgeführt.

**Tab. 3.3:** Verteilung der behandelten Zähne auf das Geschlecht

<b>Geschlecht</b>	<b>Anzahl der Zähne</b>	
	<b>(n)</b>	<b>(%)</b>
männlich	71	53,4%
weiblich	62	46,6%
<b>Insgesamt</b>	<b>133</b>	<b>100%</b>

### 3.1.4 Verteilung der behandelten Zähne

Die Verteilung der revisionsbehandelten Zähne war gleichmäßig auf beide Kiefer verteilt.

**Tab. 3.4:** Verteilung der behandelten Zähne auf die Kiefer

<b>Kiefer</b>	<b>Anzahl der Zähne</b>	
	<b>(n)</b>	<b>(%)</b>
Oberkiefer	66	49,6%
Unterkiefer	67	50,4%
<b>Insgesamt</b>	<b>133</b>	<b>100%</b>

Ebenso stellte sich die Verteilung der behandelten Zähne auf die Quadranten recht ausgeglichen dar, wobei eine leichte Abweichung im zweiten und dritten Quadranten mit jeweils 21,8% zu beobachten war.

**Tab. 3.5:** Verteilung der behandelten Zähne auf die Quadranten

<b>Quadrant</b>	<b>Anzahl der Zähne</b>	
	<b>(n)</b>	<b>(%)</b>
I	36	27,1%
II	29	21,8%
III	29	21,8%
IV	39	29,3%
<b>Insgesamt</b>	<b>133</b>	<b>100%</b>



Die Verteilung der behandelten Zähne nach der Wurzelanzahl war nahezu paritätisch verteilt. 47,4% der behandelten Zähne waren einwurzelig und 52,6% mehrwurzelig.

**Tab. 3.8:** Verteilung der behandelten Zähne nach der Wurzelanzahl

Wurzelanzahl	Anzahl der Zähne	
	(n)	(%)
einwurzelig	63	47,4%
mehrwurzelig	70	52,6%
<b>Insgesamt</b>	<b>133</b>	<b>100%</b>

### 3.1.5 Röntgenologische Ausgangssituation

#### 3.1.5.1 Röntgenologischer koronaler Status (RCS-Score)

Grad 1: Intakte Restauration ohne Zeichen der Leakage

Grad 2: Restauration zeigt offenen Spalt

Grad 3: Restauration weist eine Sekundärkaries auf

Im Hinblick auf den röntgenologischen koronalen Status, waren die meisten Restaurationen (57,1%) - soweit röntgenologisch beurteilbar - vor der Behandlung intakt.

**Tab. 3.9:** RCS-Score vor der Behandlung

RCS-Score	Anzahl der Zähne	
	(n)	(%)
Grad 1	76	57,1%
Grad 2	25	18,8%
Grad 3	17	12,8%
n.b.	15	11,3%
<b>Insgesamt</b>	<b>133</b>	<b>100%</b>

### 3.1.5.2 Länge der Wurzelkanalfüllung (LRF-Score)

Grad 1: Wurzelkanalfüllung endet 0-2 mm vor dem röntgenologischen Apex

Grad 2: Wurzelkanalfüllung endet >2 mm vor dem röntgenologischen Apex

Grad 3: Wurzelkanalfüllung reicht über den röntgenologischen Apex hinaus

Bei dem größten Teil der Zähne (60,9%) konnte vor der endodontischen Revisionsbehandlung eine zu kurze Wurzelkanalfüllung vorgefunden, was einem LRF-Score Grad 2 entspricht. Lediglich bei 23,3% der behandelten Zähne konnte eine ordnungsgemäße Länge der Wurzelkanalfüllung verzeichnet werden. In 11,3% der Fälle war eine Beurteilung nicht möglich.

**Tab. 3.10:** LRF-Score vor der Behandlung

LRF-Score	Anzahl der Zähne	
	(n)	(%)
Grad 1	31	23,3%
Grad 2	81	60,9%
Grad 3	6	4,5%
n.b.	15	11,3%
<b>Insgesamt</b>	<b>133</b>	<b>100%</b>

### 3.1.5.3 Homogenität der Wurzelkanalfüllung (HRF-Score)

Grad 1: Homogene Wurzelkanalfüllung, gute Kompaktion, keine Blasen sichtbar

Grad 2: Inhomogene Wurzelkanalfüllung, schlechte Kompaktion, sichtbare Blasen vorhanden

Etwa die Hälfte der behandelten Zähne (50,4%) wiesen vor der Behandlung eine unzureichend kondensierte oder inhomogene Wurzelkanalfüllungen auf. Bei einem Viertel der Zähne (24,8%) konnten zum Teil sehr gute Wurzelkanalfüllungen vor der endodontischen Revisionsbehandlung beobachtet werden.

Tab. 3.11: HRF-Score vor der Behandlung

HRF-Score	Anzahl der Zähne	
	(n)	(%)
Grad 1	33	24,8%
Grad 2	67	50,4%
n.b.	33	24,8%
<b>Insgesamt</b>	<b>133</b>	<b>100%</b>

### 3.1.5.4 Qualität der Wurzelkanalfüllung (RF-Score)

Kriterium	1	2	3	4	5
Länge 0,1-2 mm vor Apex	+	+	-	+	-
Verschluss (Seal)	+	+	+	-	-
Konizität (Taper)	+	maximal ein Kriterium fehlt		nicht beurteilbar	
Kongruenz	+				

51,9% der wurzelkanalgefüllten Zähne zeigten einen RF-Score 5 auf. Nur 4,5% aller Zähne erhielten den RF-Score 1 und 5,3% den RF-Score 2. 17,3% der Fälle konnten diesbezüglich nicht beurteilt werden.

Tab. 3.12: RF-Score vor der Behandlung

RF-Score	Anzahl der Zähne	
	(n)	(%)
Grad 1	6	4,5%
Grad 2	7	5,3%
Grad 3	12	9,0%
Grad 4	16	12,0%
Grad 5	69	51,9%
n.b.	23	17,3%
<b>Insgesamt</b>	<b>133</b>	<b>100%</b>



### 3.1.5.5 Periapikaler Zustand (PAI-Score)

Grad 1: Keine Veränderung in der periapikalen Region sichtbar

Grad 2: Strukturänderung im periapikalen Bereich sichtbar

Grad 3: Periapikale Strukturveränderungen mit Mineralverlust

Grad 4: Radioluzenz im periapikalen Bereich

Grad 5: Radioluzenz mit Anzeichen der Exazerbation

Bei 81,2% der Zähne ließ sich vor der Behandlung eine pathologische Veränderungen im periapikalen Bereich erkennen. In 18,8% der Fälle konnten keine signifikanten periapikalen Veränderungen beobachtet werden. Die endodontische Revisionsbehandlung war in diesen Fällen aus anderen Gründen nötig gewesen.

**Tab. 3.13:** PAI-Score vor der Behandlung

PAI-Score	Anzahl der Zähne	
	(n)	(%)
Grad 1	2	1,5%
Grad 2	23	17,3%
Grad 3	72	54,1%
Grad 4	34	25,6%
Grad 5	2	1,5%
<b>Insgesamt</b>	<b>133</b>	<b>100%</b>

## 3.2 Differenzierte Betrachtung des Gesamtkollektivs

### 3.2.1 Recallrate

Von insgesamt 112 Patienten mit 123 endodontisch revisionsbehandelten Zähnen wiesen 95 Zähne von 89 Patienten eine Nachuntersuchung auf. Bei 25 Patienten mit 28 behandelten Zähnen (46 Wurzeln und 55 Kanäle) konnte kein entsprechender Eintrag in der Kartei vorgefunden werden; was einem Prozentsatz von 22,8% entspricht. Die Gründe hierfür waren vielfältig und reichen von dem plötzlichen Nichterscheinen des Patienten durch Krankheit, Verzug und mangelndem Interesse bis hin zu einer Weiterbehandlung durch einen niedergelassenen Kollegen oder Hauszahnarzt. Der genaue Grund war jedoch nicht in jedem Fall bekannt. Umgerechnet ergibt sich hieraus eine Recallrate von 77,2%. Zähne (n=10), die in der Zwischenzeit extrahiert worden sind, fanden bei der Berechnung der Recallrate keine Berücksichtigung.

**Tab. 3.14:** Anzahl der ausgewerteten Zähne beim Recall

Recall	Häufigkeit (n)	Prozent (%)
Patient erschienen	95	77,2%
Patienten nicht erschienen	28	22,8%
<b>Insgesamt</b> <b>112</b>	<b>123</b>	<b>100%</b>

Männer waren in der Recallgruppe mit 78,8% etwas häufiger vertreten als Frauen (75,4%).

**Tab. 3.15.:** Verteilung der behandelten Zähne auf das Geschlecht (Recall)

Geschlecht		erschieden	nicht erschienen	Insgesamt
<i>männlich</i>	Anzahl	52	14	66
	% von Geschl.	78,8%	21,2%	100%
<i>weiblich</i>	Anzahl	43	14	57
	% von Geschl.	75,4%	24,6%	100%
<i>Insgesamt</i>	Anzahl	95	28	123
	% von Geschl.	77,2%	22,8%	100%

### 3.2.2 Beobachtungszeitraum

63,1% der behandelten Zähne zeigten eine Nachuntersuchung nach einem Zeitraum von mehr als vier Jahren auf. In 36,9% der Fälle erfolgte eine frühere Nachuntersuchung.

**Tab. 3.16.:** Zeitraum von der endodontischen Revisionsbehandlung bis zum Recall

Zeitraum (Jahre)	Häufigkeit (n)	Prozent (%)
≤2	24	25,3%
>2-4	11	11,6%
>4-6	53	55,8%
>6	7	7,3%
<b>Insgesamt</b>	<b>95</b>	<b>100%</b>

### 3.2.3 Klinische Situation bei Recall

#### 3.2.3.1 Prothetische Versorgung

Bei 66,3% der endodontisch revisionsbehandelten Zähne konnte eine prothetische Versorgung zum Zeitpunkt des Recalls vorgefunden werden. 32,6% der Zähne blieben hingegen unversorgt. In einem Fall konnte aufgrund einer vorangegangenen Extraktion beim HZA keine Beurteilung erfolgen.

**Tab 3.17:** Verteilung der behandelten Zähne in Abhängigkeit einer prothetischen Versorgung (Recall)

Prothetische Versorgung	Anzahl der Zähne	
	(n)	(%)
ja	62	65,2%
nein	32	33,7%
n.b.	1	1,1%
<b>Insgesamt</b>	<b>95</b>	<b>100%</b>

### 3.2.3.2 Art der Restauration

Der größte Teil der behandelten Zähne (54,7%) wurde in dem Zeitraum zwischen Behandlungsabschluss und dem Nachuntersuchungstermin indirekt prothetisch versorgt. Dabei handelte es sich um neu angefertigte Restaurationen. Bei 44,2% konnte lediglich ein adhäsiver koronaler Verschluss oder koronaler Aufbau verzeichnet werden, der zum Zeitpunkt der Revisionsbehandlung angefertigt wurde. Die Verteilung der direkten Restaurationen zeigt, dass in der Mehrzahl der Fälle (61,9%) die Notwendigkeit einer mehrflächigen adhäsiven Füllung bestand. Im Hinblick auf die Verteilung der indirekten Restaurationen, wird ersichtlich, dass mehr als die Hälfte der behandelten Zähne (57,7%) durch Einzelkronen versorgt worden waren, wobei die Hälfte hiervon (26,9%) zusätzlich einen Retentionsstift erhielten. 19,2% der Zähne wiesen eine Wurzelstiftkappe mit Druckknopfanker und 11,6% eine Teilkronenversorgung auf.

**Tab. 3.18:** Verteilung der behandelten Zähne nach der Art der Restauration (Recall)

Art der Restauration	Anzahl der Zähne	
	(n)	(%)
direkt	42	44,2%
indirekt	52	54,7%
n.b.	1	1,1%
<b>Insgesamt</b>	<b>95</b>	<b>100%</b>

**Tab. 3.19:** Verteilung der direkten Restaurationen (Recall)

direkte Restauration	Anzahl der Zähne	
	(n)	(%)
1-flächig	16	38,1%
mehrflächig	26	61,9%
<b>Insgesamt</b>	<b>42</b>	<b>100%</b>

Tab. 3.20: Verteilung der indirekten Restaurationen (Recall)

indirekte Restauration	Anzahl der Zähne	
	(n)	(%)
TK	6	11,6%
K,KV	16	30,8%
Brücke	5	9,6%
K+Stift	14	26,9%
Brücke+Stift	1	1,9%
WSK+DKA	10	19,2%
<b>Insgesamt</b>	<b>52</b>	<b>100%</b>

### 3.2.4 Röntgenologische Situation bei Recall

#### 3.2.4.1 Röntgenologischer koronaler Status (RCS-Score)

Grad 1: Intakte Restauration ohne Zeichen der Leakage

Grad 2: Restauration zeigt offenen Spalt

Grad 3: Restauration weist eine Sekundärkaries auf

Betrachtet man im Folgenden den röntgenologischen koronalen Status zum Zeitpunkt des Recalls, wird deutlich, dass 84,2% der Restaurationen - soweit röntgenologisch beurteilbar – intakt waren.

Tab. 3.21: RCS-Score zum Zeitpunkt des Recalls

RCS-Score	Anzahl der Zähne	
	(n)	(%)
Grad 1	80	84,2%
Grad 2	10	10,5%
Grad 3	2	2,1%
n.b.	3	3,2%
<b>Insgesamt</b>	<b>95</b>	<b>100%</b>

### 3.2.4.2 Länge der Wurzelkanalfüllung (LRF-Score)

Grad 1: Wurzelkanalfüllung endet 0-2 mm vor dem röntgenologischen Apex

Grad 2: Wurzelkanalfüllung endet >2 mm vor dem röntgenologischen Apex

Grad 3: Wurzelkanalfüllung reicht über den röntgenologischen Apex hinaus

Der größte Teil der Zähne (71,6%) zeigte zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung einen LRF-Score Grad 1 auf. Bei 18,9% der behandelten Zähne konnte eine zu kurze Wurzelkanalfüllung und bei 7,4% eine Überextension verzeichnet werden. In zwei Fällen konnten keine Beurteilungen erfolgen, da die behandelten Zähne zwischenzeitlich beim HZA extrahiert worden sind.

**Tab. 3.22:** LRF-Score zum Zeitpunkt des Recalls

LRF-Score	Anzahl der Zähne	
	(n)	(%)
Grad 1	68	71,6%
Grad 2	18	18,9%
Grad 3	7	7,4%
n.b.	2	2,1%
<b>Insgesamt</b>	<b>95</b>	<b>100%</b>

### 3.2.4.3 Homogenität der Wurzelkanalfüllung (HRF-Score)

Grad 1: Homogene Wurzelkanalfüllung, gute Kompaktion, keine Blasen sichtbar

Grad 2: Inhomogene Wurzelkanalfüllung, schlechte Kompaktion, sichtbare Blasen vorhanden

82,1% der behandelten Zähne wiesen eine ordnungsgemäß kondensierte, homogene Wurzelkanalfüllung zum Zeitpunkt des Recalls auf. 15,8% erhielten den HRF-Score Grad 2.

Tab. 3.23: HRF-Score zum Zeitpunkt des Recalls

HRF-Score	Anzahl der Zähne	
	(n)	(%)
Grad 1	78	82,1%
Grad 2	15	15,8%
n.b.	2	2,1%
<b>Insgesamt</b>	<b>95</b>	<b>100%</b>

### 3.2.4.4 Qualität der Wurzelkanalfüllung (RF-Score)

Kriterium	1	2	3	4	5
Länge 0,1-2 mm vor Apex	+	+	-	+	-
Verschluss (Seal)	+	+	+	-	-
Konizität (Taper)	+	maximal ein Kriterium fehlt		nicht beurteilbar	
Kongruenz	+				

55,8% der revisionsbehandelten Zähne entsprachen einem RF-Score 1. 23,1% aller Zähne erhielten den RF-Score 3 und 15,8% den RF-Score 2. Lediglich 3,2% der behandelten Fälle wiesen zum Zeitpunkt des Recalls einen RF-Score 5 auf.

Tab. 3.24: RF-Score zum Zeitpunkt des Recalls

RF-Score	Anzahl der Zähne	
	(n)	(%)
Grad 1	53	55,8%
Grad 2	15	15,8%
Grad 3	22	23,1%
Grad 4	0	0,0%
Grad 5	3	3,2%
n.b.	2	2,1%
<b>Insgesamt</b>	<b>95</b>	<b>100%</b>

### 3.2.4.5 Periapikale Zustand (PAI-Score)

Grad 1: Keine Veränderung in der periapikalen Region sichtbar

Grad 2: Strukturänderung im periapikalen Bereich sichtbar

Grad 3: Periapikale Strukturveränderungen mit Mineralverlust

Grad 4: Radioluzenz im periapikalen Bereich

Grad 5: Radioluzenz mit Anzeichen der Exazerbation

In 83,1% der Fälle konnten keine pathologischen Veränderungen im periapikalen Bereich beim Recall beobachtet werden. 16,9% erhielten einen PAI-Score Grad 3,4 oder 5. In zwei Fällen war es nicht möglich, einen PAI-Score zu bestimmen, da die Zähne zu einem früheren Zeitpunkt bereits extrahiert worden waren.

**Tab. 3.25:** PAI-Score zum Zeitpunkt des Recalls

PAI	Anzahl der Zähne	
	(n)	(%)
Grad 1	37	38,9%
Grad 2	42	44,2%
Grad 3	8	8,4%
Grad 4	3	3,2%
Grad 5	3	3,2%
n.b.	2	2,1%
<b>Insgesamt</b>	<b>95</b>	<b>100%</b>



### 3.3 Ermittlung der Erfolgsrate

#### 3.3.1 Gesamterfolgsrate

Von den 133 dokumentierten endodontischen Revisionsbehandlungen schieden 28 aus, da hierzu keine Daten über eine Nachuntersuchung vorhanden waren. Dies entspricht 21,1% der behandelten Zähne. Bei den restlichen 105 Zähnen, die zur Ermittlung der Gesamterfolgsquote herangezogen wurden und 78,9% des Gesamtkollektivs ausmachten, wurden sowohl diejenigen Fälle, die eine Nachuntersuchung vorweisen konnten (n=95), als auch die bereits bekannten Extraktionsfälle (n=10) berücksichtigt. Dabei machten etwa drei Viertel der endodontisch revisionsbehandelten (75,2%) Zähne den Erfolg aus. In 3 Fällen konnte eine Verbesserung des parodontalen Zustandes bei klinischer Asymptomatik erreicht werden. Diese wurden der Kategorie “Funktionell” zugeordnet. Ein Misserfolg konnte bei 21,9% der behandelten Zähne verzeichnet werden.

**Tab. 3.26:** Verteilung des Gesamterfolgs (Recall)

Gesamterfolg	Anzahl der Zähne	
	(n)	(%)
Erfolg	79	75,2%
Funktionell	3	2,9%
Misserfolg	23	21,9%
<b>Insgesamt</b>	<b>105</b>	<b>100%</b>

Bei weiblichen Patienten war ein Erfolg eher zu verzeichnen als bei männlichen Patienten. So konnten 38 von 48 Zähnen als erfolgreich gewertet werden, was einem Prozentsatz von 79,2% entspricht. Bei männlichen Patienten hingegen machten lediglich 41 von 57 Zähnen den Erfolg aus. Betrachtet man die funktionellen Fälle (n=3), fällt auf, dass allesamt dem männlichen Geschlecht zugrunde lagen.

**Tab. 3.27:** Verteilung des Gesamterfolgs auf das Geschlecht

<b>Geschlecht</b>		<b>Erfolg</b>	<b>Funktionell</b>	<b>Misserfolg</b>	<b>Insgesamt</b>
<i>männlich</i>	Anzahl	41	3	13	57
	% von Geschl.	71,9%	5,3%	22,8%	100%
<i>weiblich</i>	Anzahl	38	0	10	48
	% von Geschl.	79,2%	0,0%	20,8%	100%
<i>Insgesamt</i>	Anzahl	79	3	23	105
	% von Geschl.	75,2%	2,9%	21,9%	100%

Zwischen dem Durchschnittsalter von Patienten der Erfolgsgruppe und der Misserfolgsgruppe konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Der Signifikanzwert betrug demnach  $p=0,414$ .

**Tab. 3.28:** Patientenalter zum Zeitpunkt der endodontischen Revisionsbehandlung

<b>Gruppe</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Median</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>
Erfolg	79	45,80 Jahre	45,00 Jahre	17 Jahre	76 Jahre
Funktionell	3	24,67 Jahre	27,00 Jahre	16 Jahre	31 Jahre
Misserfolg	23	50,00 Jahre	52,00 Jahre	20 Jahre	83 Jahre
Insgesamt	105	46,11 Jahre	44,00 Jahre	16 Jahre	83 Jahre

Bei einer gesonderten Betrachtung des Gesamterfolgs in Bezug auf die Zahnart zeigt sich, dass besonders häufig bei den zweiten Prämolaren ein Misserfolg zu beobachten war. So machten annähernd 45%, nämlich sieben der sechzehn revisionsbehandelten zweiten Prämolaren, den Misserfolg innerhalb dieser Gruppe aus. Die Misserfolgsrate der ersten Molaren lag bei 25,7% und der seitlichen Schneidezähne bei 20,0%. Lediglich bei einem von zwölf behandelten zweiten Molaren konnte ein Misserfolg verzeichnet werden.

**Tab. 3.29:** Verteilung des Gesamterfolgs auf die Zahnart

<b>Zahnart</b>		<b>Erfolg</b>	<b>Funktionell</b>	<b>Misserfolg</b>	<b>Insgesamt</b>
Mittlere	Anzahl (n)	10	1	1	12
Schneidezähne	% der Zahnart	83,4%	8,3%	8,3%	100%
Seitliche	Anzahl (n)	4	0	1	5
Schneidezähne	% der Zahnart	80,0%	0,0%	20,0%	100%

Zahnart		Erfolg	Funktionell	Misserfolg	Insgesamt
Eckzähne	Anzahl (n)	10	0	2	12
	% der Zahnart	83,3%	0,0%	16,7%	100%
1. Prämolaren	Anzahl (n)	10	0	2	12
	% der Zahnart	83,3%	0,0%	16,7%	100%
2. Prämolaren	Anzahl (n)	9	0	7	16
	% der Zahnart	56,3%	0,0%	43,7%	100%
1. Molaren	Anzahl (n)	24	2	9	35
	% der Zahnart	68,6%	5,7%	25,7%	100%
2. Molaren	Anzahl (n)	11	0	1	12
	% der Zahnart	91,7%	0,0%	8,3%	100%
3. Molaren	Anzahl (n)	1	0	0	1
	% der Zahnart	100%	0,0%	0,0%	100%
Insgesamt	Anzahl (n)	79	3	23	105
	% der Zahnart	75,2%	2,9%	21,9%	100%

Bei den Seitenzähnen waren mit 24,0% sehr viel häufiger Misserfolge zu beobachten als bei den Frontzähnen, von denen insgesamt nur 13,8% nicht erfolgreich therapiert werden konnten.

**Tab. 3.30:** Verteilung des Gesamterfolgs auf die Zahngruppen

Zahnart		Erfolg	Funktionell	Misserfolg	Insgesamt
Frontzähne	Anzahl (n)	24	1	4	29
	% der Zahnart	82,8%	3,4%	13,8%	100%
Seitenzähne	Anzahl (n)	55	2	19	76
	% der Zahnart	72,4%	2,6%	24,0%	100%
Insgesamt	Anzahl (n)	79	3	23	105
	% der Zahnart	75,2%	2,9%	21,9%	100%

Die Erfolgsrate für mehrwurzelig behandelte Zähne lag bei 77,2% und somit um 5,7% höher als bei einwurzeligen Zähnen.

Tab. 3.31: Verteilung des Gesamterfolgs nach der Wurzelanzahl

Wurzelanzahl		Erfolg	Funktionell	Misserfolg	Insgesamt
einwurzelig	Anzahl (n)	35	1	12	48
	% der Zahnart	72,9%	2,1%	25,0%	100,0%
mehrwurzelig	Anzahl (n)	44	2	11	57
	% der Zahnart	77,2%	3,5%	19,3%	100,0%
Insgesamt	Anzahl (n)	79	3	23	105
	% der Zahnart	75,2%	2,9%	21,9%	100,0%

### 3.3.2 Differenzierte Betrachtung des Gesamterfolgs

Aufgrund der Tatsache, dass zehn endodontisch revisionsbehandelte Zähne aus diversen, zum Teil unbekannten Gründen, extrahiert worden sind und der Misserfolg nicht zwangsläufig auf einen endodontischen Fehler zurückzuführen war, sollen an dieser Stelle folgende aus den weiteren Berechnungen ausgeklammert werden.

Bei dieser Betrachtung lag die Erfolgsquote bei 83,2%. Von 95 endodontisch revisionsbehandelten Zähnen konnten 79 ein Erfolg verbuchen. Mit 13 gescheiterten Fällen lag die Misserfolgsrate zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bei umgerechnet 13,6%.

Tab. 3.32: Verteilung des Gesamterfolgs (Recall)

Gesamterfolg (differenziert)	Anzahl der Zähne	
	(n)	(%)
Erfolg	79	83,2%
Funktionell	3	3,2%
Misserfolg	13	13,6%
<b>Insgesamt</b>	<b>95</b>	<b>100%</b>

Der Geschlechtervergleich zeigt, dass bei weiblichen Patienten ein Erfolg eher zu verbuchen war als bei männlichen Patienten. So machten 38 von 43 Zähnen den Erfolg aus, was umgerechnet 88,4% entsprach. Bei männlichen Patienten hingegen konnten

lediglich 41 von 53 Zähnen als erfolgreich in die Bewertung mit einfließen. Die Erfolgsrate lag hierbei bei 78,8%.

**Tab. 3.33:** Verteilung des Gesamterfolgs (differenziert) auf das Geschlecht

<b>Geschlecht</b>		<b>Erfolg</b>	<b>Funktionell</b>	<b>Misserfolg</b>	<b>Insgesamt</b>
<i>männlich</i>	Anzahl	41	3	8	52
	% von Geschl.	78,8%	5,8%	15,4%	100%
<i>weiblich</i>	Anzahl	38	0	5	43
	% von Geschl.	88,4%	0,0%	11,6%	100%
<i>Insgesamt</i>	Anzahl	79	3	13	95
	% von Geschl.	83,2%	3,2%	13,6%	100%

Betrachtet man das Alter zum Zeitpunkt der endodontischen Revisionsbehandlung, fällt auf, dass die funktionelle Gruppe mit 24,67 Jahren deutlich unter dem Durchschnittsalter der Erfolgs- und Misserfolgsgruppe lag. Der Mittelwert lag hier bei 45,17 Jahren, der Median bei 44,00 Jahren.

**Tab. 3.34:** Patientenalter zum Zeitpunkt der endodontischen Revisionsbehandlung

<b>Gruppe</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Median</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>
Erfolg	79	45,80 Jahre	45,00 Jahre	17 Jahre	76 Jahre
Funktionell	3	24,67 Jahre	27,00 Jahre	16 Jahre	31 Jahre
Misserfolg	13	46,08 Jahre	44,00 Jahre	20 Jahre	77 Jahre
Insgesamt	95	45,17 Jahre	44,00 Jahre	16 Jahre	77 Jahre

Ein Misserfolg war am häufigsten bei den zweiten Prämolaren zu beobachten. So machten 30,8%, nämlich vier der dreizehn revisionsbehandelten Prämolaren, den Misserfolg innerhalb dieser Gruppe aus. Die Misserfolgsrate von 20,0% bei den seitlichen Schneidezähnen bleibt bei dieser Betrachtung unverändert. Ein Drittel der behandelten Zähne (n=32) waren dabei erste Molaren. Die Erfolgsrate in dieser Gruppe lag bei 75,0%. Bei keinem der elf behandelten zweiten Molaren konnte zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ein Misserfolg beobachtet werden.

**Tab. 3.35:** Verteilung des Gesamterfolgs (differenziert) auf die Zahnart

<b>Zahnart</b>		<b>Erfolg</b>	<b>Funktionell</b>	<b>Misserfolg</b>	<b>Insgesamt</b>
Mittlere Schneidezähne	Anzahl (n)	10	1	1	12
	% der Zahnart	83,4%	8,3%	8,3%	100%
Seitliche Schneidezähne	Anzahl (n)	4	0	1	5
	% der Zahnart	80,0%	0,0%	20,0%	100%
Eckzähne	Anzahl (n)	10	0	1	11
	% der Zahnart	90,9%	0,0%	9,1%	100%
1. Prämolaren	Anzahl (n)	10	0	0	10
	% der Zahnart	100%	0,0%	0,0%	100%
2. Prämolaren	Anzahl (n)	9	0	4	13
	% der Zahnart	69,2%	0,0%	30,8%	100%
1. Molaren	Anzahl (n)	24	2	6	32
	% der Zahnart	75,0%	6,3%	18,7%	100%
2. Molaren	Anzahl (n)	11	0	0	11
	% der Zahnart	100%	0,0%	0,0%	100%
3. Molaren	Anzahl (n)	1	0	0	1
	% der Zahnart	100%	0,0%	0,0%	100%
Insgesamt	Anzahl (n)	79	3	13	95
	% der Zahnart	83,2%	3,2%	13,6%	100%

Unter den Seitenzähnen (14,9%) waren Misserfolge wesentlich öfter zu beobachten als bei den Frontzähnen (10,7%).

**Tab. 3.36:** Verteilung des Gesamterfolgs (differenziert) auf die Zahngruppen

<b>Zahnart</b>		<b>Erfolg</b>	<b>Funktionell</b>	<b>Misserfolg</b>	<b>Insgesamt</b>
Frontzähne	Anzahl (n)	24	1	3	28
	% der Zahnart	85,7%	3,6%	10,7%	100%
Seitenzähne	Anzahl (n)	55	2	10	67
	% der Zahnart	82,1%	3,0%	14,9%	100%
Insgesamt	Anzahl (n)	79	3	13	95
	% der Zahnart	83,2%	3,2%	13,6%	100%

Die Erfolgsrate bei mehrwurzeligen Zähnen (84,6%) lag geringgradig höher als bei einwurzeligen Zähnen (81,4%).

**Tab. 3.37:** Verteilung des Gesamterfolgs (differenziert) nach der Wurzelanzahl

<b>Wurzelanzahl</b>		<b>Erfolg</b>	<b>Funktionell</b>	<b>Misserfolg</b>	<b>Insgesamt</b>
einwurzelig	Anzahl (n)	35	1	7	43
	% der Zahnart	81,4%	2,3%	16,3%	100%
mehrwurzelig	Anzahl (n)	44	2	6	52
	% der Zahnart	84,6%	3,8%	11,5%	100%
Insgesamt	Anzahl (n)	79	3	23	105
	% der Zahnart	83,2%	3,2%	13,6%	100%

### 3.3.3 Erfolgsrate in Abhängigkeit einer Parodontitis apicalis

Zur Ermittlung der Erfolgsquote wurden lediglich Fälle mit einer präoperativ vorhandenen Parodontitis apicalis herangezogen. Die Fallzahl betrug demnach 88. Einen Erfolg konnte bei 65 der behandelten Zähne (73,9%) verzeichnet werden. Die restlichen 23 Zähne machten den Misserfolg aus.

**Tab. 3.38:** Erfolgsquote bei Vorhandensein einer präoperativen Parodontitis apicalis

<b>Erfolg mit P.a.</b>	<b>Anzahl der Zähne</b>	
	<b>(n)</b>	<b>(%)</b>
Erfolg	65	73,9%
Misserfolg	23	26,1%
<b>Insgesamt</b>	<b>88</b>	<b>100%</b>

Endodontische Revisionsbehandlungen, welche u.a. aufgrund von vorangegangenen technischen Unzulänglichkeiten durchgeführt worden sind, konnten in 82,4% der Fälle als Erfolg gewertet werden. Lediglich bei 3 Zähnen konnte ein Misserfolg festgestellt werden.

**Tab. 3.39:** Erfolgsquote bei Fehlen einer präoperativen Parodontitis apicalis

<b>Erfolg ohne P.a.</b>	<b>Anzahl der Zähne</b>	
	<b>(n)</b>	<b>(%)</b>
Erfolg	14	82,4%
Misserfolg	3	17,6%
<b>Insgesamt</b>	<b>17</b>	<b>100%</b>



### 3.4 Exemplarische Falldokumentation

**Behandlungsfallnummer:** 18

**Behandler:** Student

**Geburtsdatum:** 03.01.52

**Behandlungsbeginn:** 09.09.04

**Alter:** 52

**Behandlungsende:** 14.12.04

**Geschlecht:** männlich

**Recall:** 24.11.10

**Zahn (ISO#):** 15

**Kategorie:** Erfolg

#### A. Spezielle Anamnese

Der Patient stellte sich am 09.09.2004 erstmalig im Beratungsdienst der Abteilung für Zahnerhaltungskunde nach einer vorangegangenen Überweisung aus der Abteilung für Zahnersatzkunde des Medizinischen Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Philipps-Universität in Marburg vor. Berichten zur Folge wurden die Zähne 14 und 15 im Rahmen einer prothetischen Behandlung vor einem Jahr beim HZA wurzelkanalbehandelt. Trotz dessen klagte der Patient weiterhin über eine persistierende Aufbissempfindlichkeit an Zahn 15. Eine prothetische Versorgung des Zahnes war bis dato von dem HZA nicht angefertigt worden.

#### B. Diagnostik

##### *Klinischer Befund*

Bei der klinischen Untersuchung konnte sowohl eine Überempfindlichkeit bei horizontaler als auch bei vertikaler Perkussion an Zahn 15 beobachtet werden. Eine Palpation der umliegenden Region wurde als unangenehm empfunden. Sondierungstiefen wurden zu diesem Zeitpunkt nicht erhoben. Der Sensibilitätstest erwies sich als negativ und eine Lockerung konnte nicht festgestellt werden. Zervikal der adhäsiven Aufbaufüllung imponierte eine deutliche kariöse Läsion im distalen Bereich. Schleimhautveränderungen waren nicht vorhanden.

##### *Radiologischer Befund*

Neben einer ausgeprägten apikalen Aufhellung im Sinne einer periapikalen Läsion, stellte sich eine insuffiziente, zu kurze Wurzelkanalfüllung an Zahn 15 dar. Im koronalen und zervikalen Bereich konnte eine adhäsive Aufbaufüllung mit konfek-

tioniertem Stift und Sekundärkaries distal verzeichnet werden. An Zahn 13 stellte sich weiterhin ein Füllungsverlust im Sinne einer koronalen Aufhellung distal dar. Ein horizontaler Knochenabbau imponierte distal des Zahnes 17.

**RCS-Score:** 3

**LRF-Score:** 2

**HRF-Score:** 1

**RF-Score:** 5

**PAI-Score:** 4

### **C. Diagnose**

**Pulpal:** Endodontisch vorbehandelt

**Periapikal:** Chronische apikale Parodontitis

### **D. Behandlungsplan**

**Empfohlen:** Nicht chirurgische endodontische Revisionsbehandlung

**Alternativ:** Extraktion; festsitzender Zahnersatz (Brücke), Implantat

**Restaurativ:** Adhäsiver Aufbau mit Stift, Krone

**Prognose:** Gut

### **E. Therapie: Behandlungsdokumentation**

**09.09.2004**

Der Patient stellte sich zwecks Beratung am 09.09.2004 im Beratungsdienst der Abteilung für Zahnerhaltungskunde nach vorangegangener Überweisung aus der Abteilung für Zahnersatzkunde des Medizinischen Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Philipps-Universität in Marburg vor. Nach einer eingehenden klinischen und röntgenologischen Untersuchung wurde ein neuer Termin für eine endodontische Revisionsbehandlung im studentischen Behandlungskurs vereinbart.

**15.11.2004**

Nach Anlegen eines Kofferdams und der Schaffung einer Zugangskavität zur Darstellung des Kanaleingangs galt es zunächst, den Glasfaserstift mit Hilfe von

rotierenden Diamantbohrern im Rotring-Winkelstück zu entfernen. Die restliche, alte Wurzelkanalfüllung (Guttapercha) wurde im Anschluss mit Hedströmfeilen der Größe #20, #25 und unter ständiger Spülung mit 3%igem NaOCl manuell entfernt. Die bestimmte elektrometrische und röntgenologische Arbeitslänge betrug 20,5 mm. Mit Hilfe von Papierspitzen wurde der Wurzelkanal getrocknet und eine medikamentöse Einlage, in diesem Fall ein Kalziumhydroxid-Präparat (Calxyl®), appliziert. Abschließend wurde der Zahn mit einem Schaumstoffpellet und einem Glasionomerzement (Ketac™ Fil Plus) provisorisch verschlossen, der Kofferdam entfernt und die Okklusion kontrolliert. Ein neuer Termin für die Wurzelkanalfüllung wurde vereinbart.

#### **14.12.2004**

Der Patient berichtete am 14.12.2004 über einen postoperativ aufgetretenen Schmerz, der sich in der Zwischenzeit verflüchtigt hatte. Zum aktuellen Zeitpunkt war der Patient jedoch beschwerdefrei und die Behandlung konnte somit fortgeführt werden. Unter Verwendung eines Kofferdams wurde zunächst der provisorische Verschluss samt Schaumstoffpellet entfernt. Auf ein klassisches Preflaring konnte in diesem Fall aufgrund der vorangegangenen Entfernung des Glasfaserstiftes und dem damit verbundenen, nicht unwesentlichen Substanzabtrag, verzichtet werden. Die konische Gestaltung des oberen Wurzelkanaldrittels sowie die anschließende Aufbereitung des restlichen Wurzelkanals erfolgte dabei mit permanent rotierenden Nickel-Titan-Instrumenten (FlexMaster®). Die Größe der apikalen Masterfeile (AMF) betrug .02/#40. In Anlehnung an die zuletzt verwendete Feile wurde nun ein Masterpoint mit Klemmpassung auf die entsprechende Arbeitslänge angepasst. Um die korrekte Lage des Masterpoints bildlich festhalten zu können, bedurfte es einer weiteren Röntgenaufnahme (Masterpointaufnahme). Abschließend wurde der Wurzelkanal mit Papierspitzen getrocknet und die Kanalwände mit einem Sealer (AH Plus®) dünn benetzt, bevor die Wurzelkanalfüllung in der lateralen Kompaktionstechnik erfolgte. Eine röntgenologische postoperative Kontrollaufnahme sicherte dabei den Nachweis der erfolgten Wurzelkanalfüllung. Mit Hilfe eines Komposits (Herculite®) wurde schließlich die Zugangskavität verschlossen.

## **F. Recall**

### ***Klinischer Befund***

Der Patient war zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung beschwerdefrei. Der Zahn 15 wurde zwischenzeitlich mit einem gegossenen Stiftaufbau und einer vestibulär verblendeten Krone prothetisch versorgt. Die Sondierungstiefen betrugen: d 4 mm, v 2 mm, m 3 mm, o 2 mm. Es war weder ein Bluten nach Sondieren noch eine Lockerung feststellbar. Der Zahn verhielt sich palpations- und perkussionsunempfindlich. Fisteln oder ähnliche Veränderungen der angrenzenden Schleimhäute konnten nicht verzeichnet werden.

### ***Radiologischer Befund***

Die knöcherne Läsion schien vollständig abgeheilt. Der Desmodontalspalt wies keine Verbreiterung auf. Hinsichtlich der Länge, Homogenität und Qualität der Wurzelkanalfüllung konnte eine deutliche Verbesserung beobachtet werden. Metalledichte Verschattungen im Sinne von gegossenen Wurzelstiften und Kronenversorgungen zeichneten sich weiter koronal an den Zähnen 14 und 15 ab. Der horizontale Knochenabbau distal an Zahn 17 zeigte keine Veränderung auf.

**RCS-Score:** 1

**LRF-Score:** 1

**HRF-Score:** 1

**RF-Score:** 1

**PAI-Score:** 1

## **G. Epikrise**

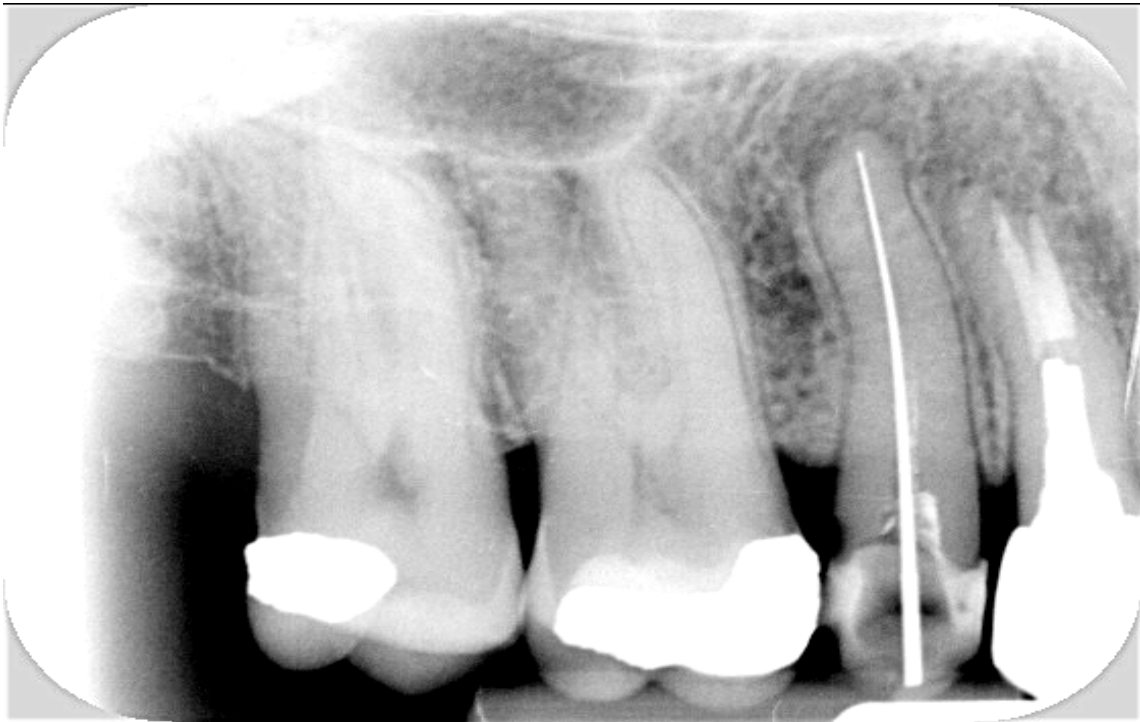
Neben einer Beseitigung der Aufbissemphindlichkeit und damit verbundenen Beeinträchtigung beim Kauen stand ebenfalls die erneute prothetische Versorgung des Zahnes im Vordergrund der Behandlung. Obwohl sich der adhäsiv zementierte Glasfaserstift möglicherweise negativ auf die Erfolgsprognose auswirkte, da mit einem erhöhten Substanzabtrag bei Entfernung desselben zu rechnen war, wurde im Rahmen der Behandlungsplanung auch in diesem Fall der nicht chirurgischen endodontischen Revisionsbehandlung Vorzug gegeben, da sich eine Verbesserung der Wurzelkanal-

behandlung/Wurzelkanalfüllung nur auf orthogradem Wege als erfolgversprechend erwies. Im Vergleich zur Ausgangssituation konnte eine deutliche Verbesserung hinsichtlich der Qualität der Wurzelkanalfüllung erreicht werden, was sowohl mit der Compliance des Patienten als auch mit der Konfiguration des Wurzelkanalsystems in einem engen Zusammenhang zu sehen war. Durch die vorherige unzureichende Wurzelkanalbehandlung und der damit verbundenen periapikalen Läsion musste von einer massiven mikrobiellen Kontamination des Kanalsystems ausgegangen werden, was auch in diesem Fall eine medikamentöse Vorbehandlung nötig machte. Erst nachdem der Zahn symptomlos erschien, erhielt dieser eine definitive Wurzelkanalfüllung. Die Anfertigung der definitiven prothetischen Versorgung erfolgte schließlich nach einer Verlaufsperiode von 3-6 Monaten in Form eines gegossenen Stiftaufbaus und einer vestibulär verblendeten NEM-Krone. Neben einer erneuten prothetischen Versorgung des endodontisch behandelten Zahnes konnte ebenfalls beim Nachbarzahn 14 eine neue Restauration beobachtet werden.

#### **H. Röntgenologische Aufnahmen**



**Abb. 8.10.:** Präoperative Aufnahme (09.09.04)



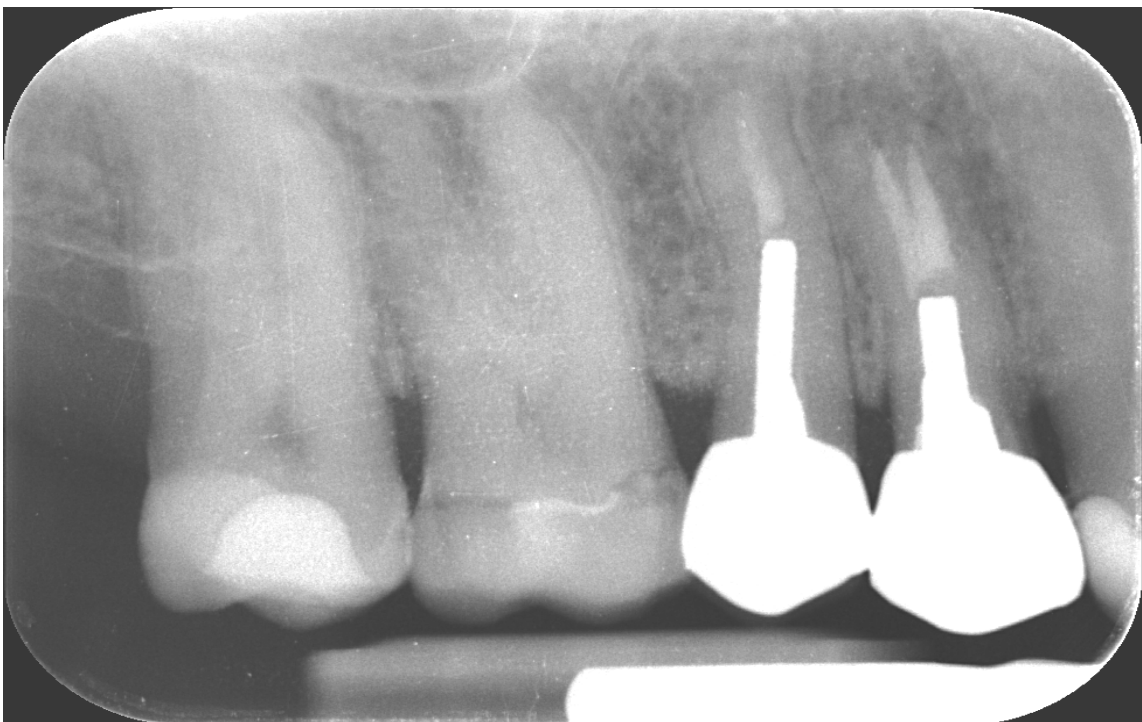
**Abb. 8.11.:** Intraoperative Nadelmessaufnahme (15.11.04)



**Abb. 8.12.:** Intraoperative Masterpointaufnahme (14.12.2004)



**Abb. 8.13.:** Postoperative Kontrollaufnahme (14.12.04)



**Abb. 8.14.:** Recall (24.11.10)

**Behandlungsfallnummer:** 7**Behandler:** Student**Geburtsdatum:** 26.09.52**Behandlungsbeginn:** 27.06.05**Alter:** 52**Behandlungsende:** 06.09.05**Geschlecht:** männlich**Recall:** 30.01.08**Zahn (ISO#):** 35**Kategorie:** Extraktion

### **A. Spezielle Anamnese**

Am 27.06.2005 stellte sich der Patient im Beratungsdienst der Abteilung für Zahnerhaltungskunde des Medizinischen Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Philipps-Universität in Marburg vor. Der Patient berichtete über eine vestibulär in regio 35 vorhandene Erhebung die er seit mittlerweile zwei bis drei Wochen verspürte. Weiterhin klagte der Patient über eine zunehmende Schmerzsymptomatik in den letzten Tagen an Zahn 35 beim Ein- und Ausgliedern seiner herausnehmbaren prothetischen Versorgung im Unterkiefer. Laut dem Patienten wurde der Zahn vor circa einem Jahr im studentischen Behandlungskurs der Abteilung für Zahnerhaltungskunde endodontisch behandelt. Die nachfolgende prothetische Versorgung folgte ein halbes Jahr später und wurde ebenfalls durch einen Studenten in der Abteilung für Zahnersatzkunde angefertigt.

### **B. Diagnostik**

#### ***Klinischer Befund***

Bei der klinischen Untersuchung imponierte bei Palpation ein Pusaustritt im Bereich der vestibulär vorhandenen Fistel. Eine leichte Perkussionsempfindlichkeit konnte bei vertikaler Belastung verzeichnet werden. Sondierungstiefen wurden nicht erhoben. Der Sensibilitätstest fiel erwartungsgemäß negativ aus und der Lockerungsgrad betrug 0. Die prothetische Versorgung machte einen guten Eindruck.

#### ***Radiologischer Befund***

Röntgenologisch imponierte eine homogene Wurzelkanalfüllung (Guttapercha) mit guter Kompaktion. Im Bereich der Wurzelspitze stellte sich eine Aufhellung im Sinne einer Läsion endodontischen Ursprungs bei stark erweitertem Desmodontalspalt dar.



Eine metalledichte Verschattung im Sinne einer adhäsiven Aufbaufüllung mit prothetischer Versorgung war koronal zu erkennen.

**RCS-Score:** 1

**LRF-Score:** 1

**HRF-Score:** 1

**RF-Score:** 1

**PAI-Score:** 3

### **C. Diagnose**

**Pulpal:** Endodontisch vorbehandelt

**Periapikal:** Akute apikale Parodontitis

### **D. Behandlungsplan**

**Empfohlen:** Nicht chirurgische endodontische Revisionsbehandlung

**Alternativ:** Extraktion; herausnehmbarer Zahnersatz, Implantat

**Restaurativ:** Adhäsiver Verschluss, ggf. Erneuerung des adhäsiven Aufbaus, Krone

**Prognose:** Gut - Eingeschränkt

### **E. Therapie: Behandlungsdokumentation**

**27.06.2005**

Nach vorangegangener Überweisung aus der Abteilung für Zahnersatzkunde des Medizinischen Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Philipps-Universität in Marburg stellte sich der Patient am 27.06.2005 im Beratungsdienst der Abteilung für Zahnerhaltungskunde vor. Er wurde eingehend klinisch untersucht und über mögliche Behandlungsalternativen beraten, dabei entschloss er sich für den Erhalt des Zahnes 35. Die Behandlung wurde unter Anlegen eines Kofferdams und der Schaffung einer Zugangskavität zur Darstellung des Kanaleingangs mit einem Hartmetallschleifkörper im Rotring-Winkelstück noch am selbigen Tag eingeleitet. Mit Hilfe von rotierenden Gates-Glidden Bohrern (Größe 2-3) in absteigender Reihenfolge und manuellen Hedströmfeilen der Größe #20,25 wurde die bestehende Wurzelkanalfüllung (Guttapercha) unter ständiger Spülung mit NaOCl in 3%iger Konzentration und

2%igem Chlorhexidinglukonat zunächst grob entfernt. Eine Bestimmung der Arbeitslänge unterblieb zu diesem Zeitpunkt. Stattdessen wurde die ehemals bestimmte Arbeitslänge von 21 mm vorerst übernommen. Anschließend wurde der Wurzelkanal mit Hilfe von Papierspitzen getrocknet und eine medikamentöse Einlage (Calxyl®) in diesen appliziert. Der provisorische Verschluss bestand aus einem Schaumstoffpellet und einem Glasionomerzement (Ketac™ Fil Plus). Der Kofferdam wurde entfernt und die Okklusion kontrolliert.

#### **05.07.2005**

Der Patient war beschwerdefrei und die vestibulär vorhandene Fistel schien sich weitestgehend zurückgebildet zu haben. Es ließ sich kein Pus bei Palpation mehr exprimieren. Nachdem der Kofferdam gelegt war, musste der provisorische Verschluss samt Pellet entfernt werden. Mit weiteren Handinstrumenten und unter ständiger Spülung mit 3%igem NaOCl wurde der Wurzelkanal von Resten der medikamentösen Einlage und alten Wurzelkanalfüllmaterial (Guttapercha) befreit und schließlich bis ISO-Größe 50 bzw. im Sinne der Step back-Technik bis ISO-Größe 80 aufbereitet. Eine aktuelle Bestimmung der Arbeitslänge wurde sowohl elektrometrisch mit dem Raypex®4 Apexlocator, als auch röntgenologisch bestimmt und musste auf 21,5 mm korrigiert werden. Abschließend wurde der Wurzelkanal mit Papierspitzen getrocknet, ein Kalziumhydroxid-Präparat (Calxyl®) in diesen hineingegeben und die Zugangskavität mit einem Schaumstoffpellet und einem Glasionomerzement (Ketac™ Fil Plus) provisorisch verschlossen. Ein Termin für die Wurzelkanalfüllung wurde vereinbart.

#### **06.09.2005**

Nach wiederholter Verlegung des Termins war es am 06.09.2005 schließlich möglich, die endodontische Revisionsbehandlung zum Abschluss zu bringen. Die Fistel hatte sich in der Zwischenzeit vollständig zurückgebildet und der Patient berichtete über keine Beschwerden. Unter Verwendung eines Kofferdams wurde zunächst der provisorische Verschluss samt Schaumstoffpellet entfernt. In Anlehnung an die zuletzt verwendete Feile wurde nun ein Masterpoint mit Klemmpassung auf die entsprechende Arbeitslänge angepasst, der Wurzelkanal mit Papierspitzen getrocknet und die Kanalwände schließlich mit einem Sealer (AH Plus®) dünn benetzt, bevor die Wurzelkanalfüllung in

der lateralen Kompaktionstechnik erfolgte. Eine vorangegangene Spülung mit einem EDTA-Präparat in 17%iger Konzentration diente der Entfernung der entstandenen Schmierschicht im Bereich des Wurzeldentins. Die Zugangskavität wurde mit einem Komposit (Herculite®) als adhäsive Deckfüllung und einem Zinkoxid-Phosphat Zements (Harvard Cement®, Harvard Dental International GmbH, Hoppegarten) als Unterfüllungsmaterial verschlossen. Die intra- und postoperativ angefertigten röntgenologischen Aufnahmen (Masterpointaufnahme, postoperative Kontrollaufnahme) sicherten dabei den Nachweis über die korrekte Passung und Lage des Masterpoints und der erfolgten Wurzelkanalfüllung.

## **F. Recall**

### ***Klinischer Befund***

Der Patient berichtete zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung über den Verlust der koronalen Versorgung. Der Zahn wies keine neue prothetische Versorgung auf. Der Lockerungsgrad betrug 3, wobei sich zwei Wurzelfragmente unabhängig voneinander mobilisieren ließen. Im Bereich der angrenzenden Schleimhaut konnte eine leichte Rötung beobachtet werden. Die Sondierungstiefen betrugen: d 5 mm, v 9 mm, m 3 mm, o 8 mm. Ein Bluten nach Sondieren konnte an allen vier Stellen beobachtet werden.

### ***Radiologischer Befund***

Röntgenologisch zeichnete sich eine deutliche Spaltung der Wurzel im Sinne einer Längsfraktur ab. Neben einer erweiterten Alveole konnten im Bereich der Wurzelspitze keine pathologischen Veränderungen verzeichnet werden. Die Beurteilung der Qualität der Wurzelkanalfüllung war hier nicht mehr möglich.

**RCS-Score:** -

**LRF-Score:** -

**HRF-Score:** -

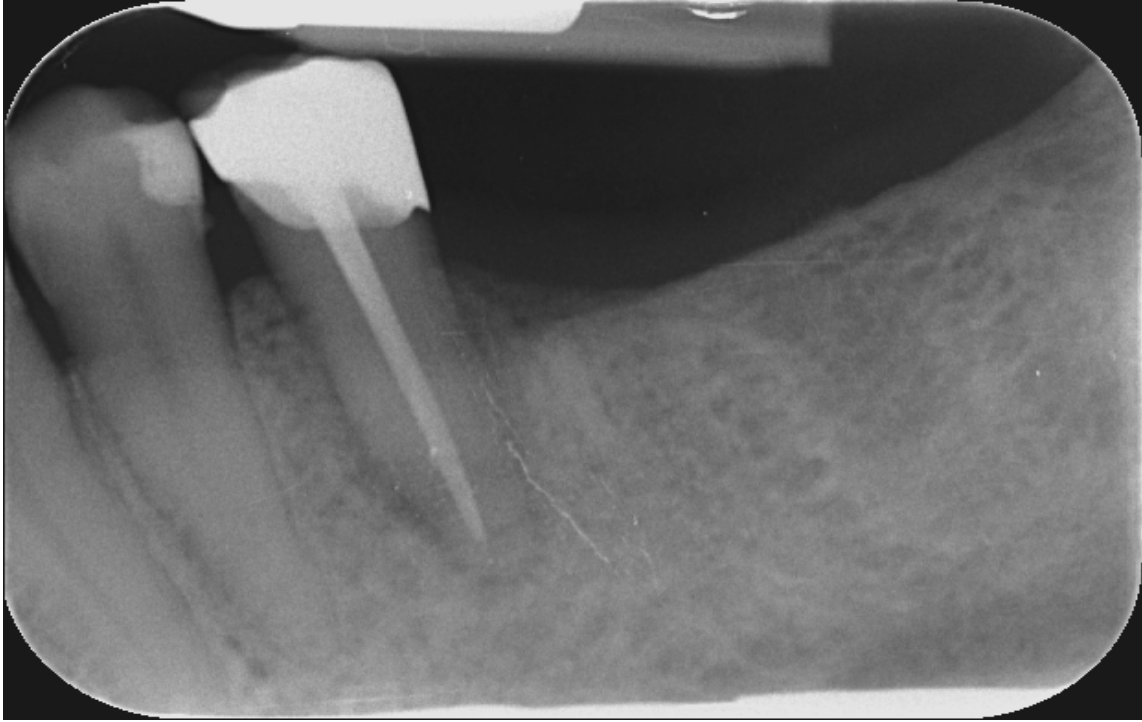
**RF-Score:** -

**PAI-Score:** n.b.

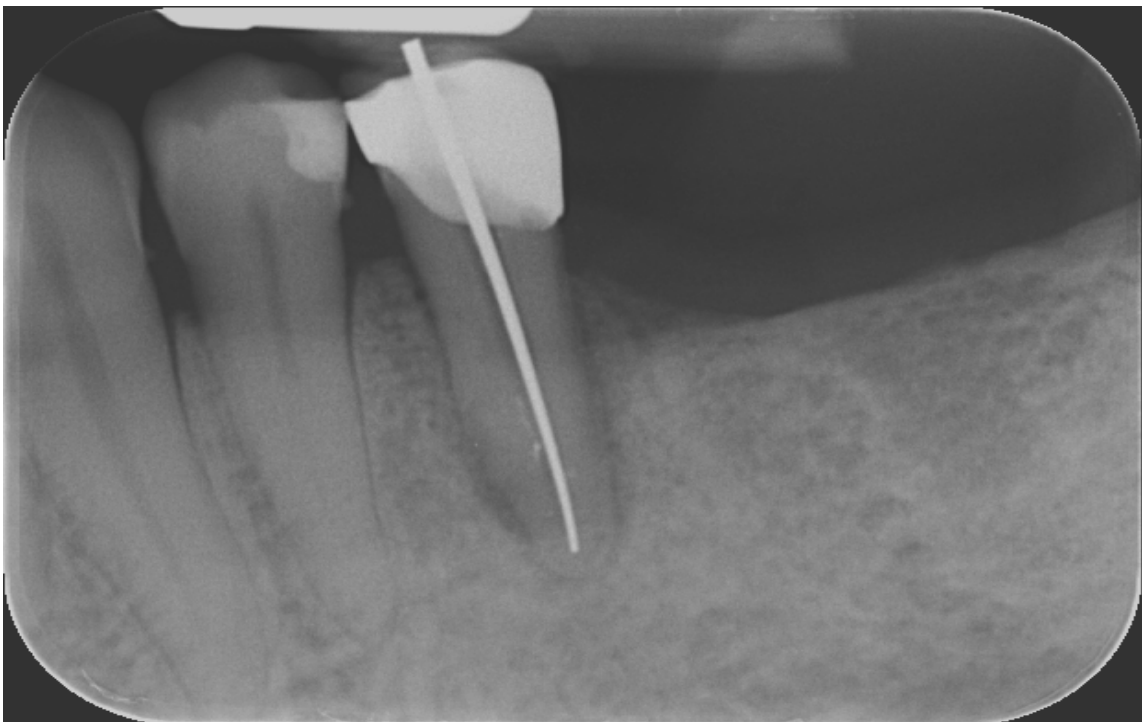
## G. Epikrise

Aufgrund der ungünstigen Lage der endodontischen Läsion (pararadikulär), schien eine rechtfertigende Indikation zur nicht chirurgische endodontische Revisionsbehandlung recht eindeutig gegeben zu sein. Eine sinnvolle Alternative im Sinne einer chirurgischen Intervention bestand dabei nicht. Die Wurzelkanalfüllung konnte lediglich hinsichtlich der Länge verbessert werden. Berichten zur Folge, konnte durch den erfolgten Eingriff, zumindest eine Beschwerdefreiheit bis zum Zeitpunkt des koronalen Verlusts erreicht werden. Auch in diesem Fall musste mit einer bakteriellen Kontamination des Wurzelkanalsystems gerechnet werden, was die Applikation einer medikamentösen Einlage (Calxyl®) unumgänglich machte. Die definitive Wurzelkanalfüllung erfolgte erst bei völliger Beschwerdefreiheit. Aufgrund einer bereits vorhandenen prothetischen Versorgung wurde zunächst ein adhäsiver Verschluss als ausreichend empfunden. Dennoch frakturierte der Zahn, was daraufhin wies, dass die vorhandene prothetische Versorgung keine ausreichende Umfassung des Zahnstumpfes gewährleistete. Durch den zum Teil enorm anfallendem Substanzabtrag während einer endodontischen Revisionsbehandlung und der damit verbundenen eingehenden Schwächung des Zahnes, sollte in solch einem Fall stets auf eine ausreichende fassreifenförmige Ummantelung (Ferrule Design) des Zahnes geachtet werden. Gerade in Fällen, in denen eine umfassende Aufbaufüllung vorhanden ist, ist ein Ferrule Design unverzichtbar. Wie dieser Fall zeigte, hängt der endodontische Erfolg eng mit dem Vorhandensein einer intakten prothetischen Versorgung ab.

## G. Röntgenologische Aufnahmen



**Abb. 8.24.:** Präoperative Aufnahme (27.06.05)



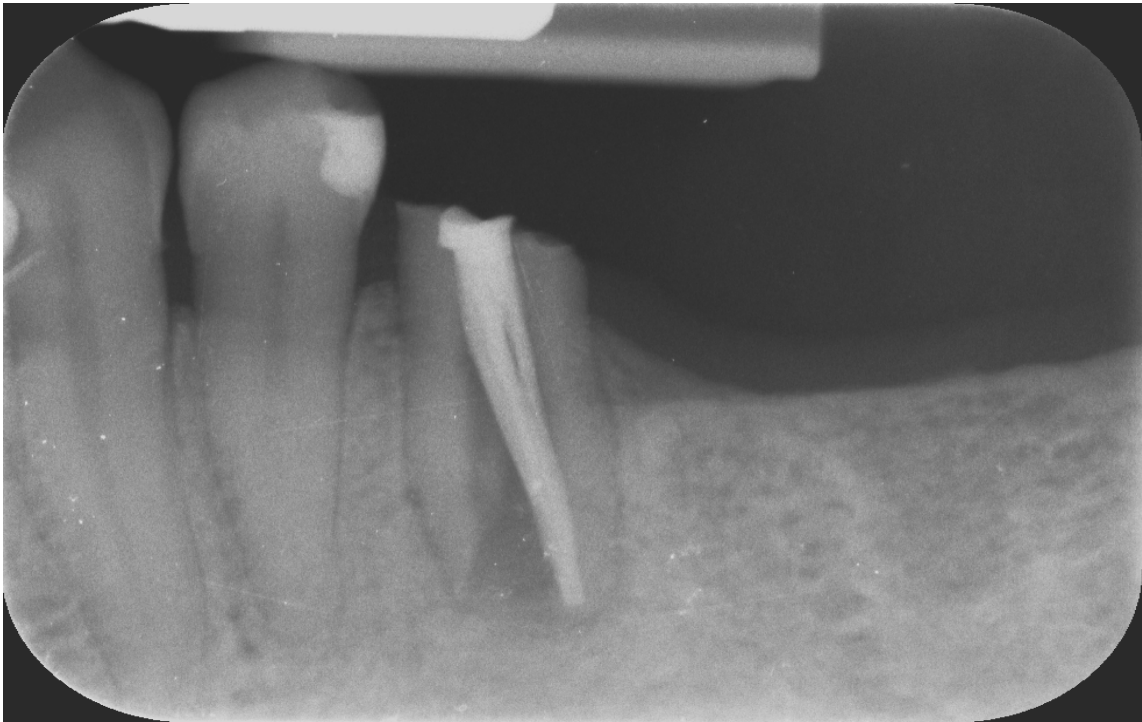
**Abb. 8.25.:** Intraoperative Nadelmessaufnahme (05.07.05)



**Abb. 8.26.:** Intraoperative Masterpointaufnahme (06.09.05)



**Abb. 8.27.:** Postoperative Aufnahme (06.09.05)



**Abb. 8.28.:** Recall (30.01.08)

## **4 Diskussion**

### **4.1 Einleitung**

#### **4.1.1 Literaturübersicht**

Es wurden bereits im ersten Kapitel dieser retrospektiv angelegten Studie einige Untersuchungen vorgestellt, welche sich mit den klinischen Ergebnissen endodontisch revisionsbehandelter Zähne über längere Zeiträume befasst haben. Studien, die sich als nicht aussagekräftig erwiesen, wurden bei dieser Erhebung ausgeschlossen. Die Gründe hierfür waren vielfältig und reichten von zu kurzen Beobachtungszeiträumen ( $\leq 0,5$  Jahren) über zu geringe Fallzahlen ( $n=4$ ,  $n=6$ ) bis zu Studien bei denen keine expliziten Daten über die Erfolgsraten der endodontischen Revisionsfälle vorhanden waren (37, 51, 61, 68, 72, 73, 86, 91, 92, 100, 101, 140, 143, 144). Nach Hülsmann (77) können Studien dieser Art aufgrund des unterschiedlichen Studiendesigns nur begrenzt miteinander verglichen werden. So ist es nicht immer einfach, Vergleiche zwischen den Ergebnissen der Erhebungen anzustellen, da sich häufig sehr viele Faktoren unterscheiden, wie zum Beispiel ganz grundlegend die Durchführung und der Ort der endodontischen Revisionsbehandlung, aber auch die Patientenselektion, der Beobachtungszeitraum sowie die Erfolgsdefinition. Dieser Auffassung waren auch Ng et al. und untersuchten in einer systematisch angelegten Studie die Ergebnisse von endodontischen Revisionsbehandlungen, indem sie die Auswirkung verschiedener Studiencharakteristika und klinischer Faktoren auf die angegebenen Erfolgsraten von endodontischen Revisionsbehandlungen herausarbeiteten (116).



### 4.1.2 Fragestellung

Auf dieser Basis soll nachfolgend diskutiert werden, inwieweit einzelne Parameter Einfluss auf das Behandlungsergebnis hatten, um zukünftig eine genauere Prognose über die Erfolgsaussichten endodontischer Revisionsbehandlungen im studentischen Behandlungskurs der Abteilung für Zahnerhaltungskunde geben zu können. Mit Hilfe gewonnener Erkenntnisse, u.a. durch Vorher-Nacher-Vergleiche, sollte eine Grundlage geschaffen werden, um vorhandene Behandlungskonzepte zu überdenken und gegebenenfalls an neue Gegebenheiten anzupassen. Ungeachtet der Tatsache, dass das Behandlungsergebnis und die Erfolgsaussichten der behandelten Zähne durch qualifizierte und kompetente Betreuer, im Sinne approbierter Zahnärzte oder Spezialisten im Fachbereich für Endodontie, zum Teil beeinflusst wurden und sich aufgrund unterschiedlicher Gegebenheiten nur bedingt eine Schlussfolgerung ziehen lässt, sollen im Folgenden Vergleiche zwischen den Resultaten anderer und dieser Studie angestellt werden. Eine abschließende Prüfung soll darüber Aufschluss geben, ob es einen Unterschied hinsichtlich des Qualifizierungsgrades des Behandlers und der ermittelten Erfolgsraten bei endodontischen Revisionsbehandlungen gab.

## **4.2 Material & Methode**

### **4.2.1 Patientenwahl**

Aus der Kartei der Abteilung für Zahnerhaltungskunde des Medizinischen Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde an der Philipps-Universität Marburg wurden sämtliche dokumentierte endodontische Revisionsbehandlungen, die im studentischen Behandlungskurs I und II (7. resp. 10. Studiensemester) im Zeitraum von Januar 2004 bis Dezember 2007 durchgeführt worden sind, entnommen und erfasst.

Es wurden keine expliziten Ausschlusskriterien festgelegt wie in anderen angelegten Untersuchungen, die sich beispielsweise nur mit Frontzähnen oder einwurzeligen Zähnen befassten (65, 146, 147, 162). Somit wurden auch Zähne mit komplexen Wurzelkanalsystemen, wie z.B. stark gekrümmte und obliterierte Wurzelkanäle oder Weisheitszähne mit in die Studie integriert. Es muss davon ausgegangen werden, dass derartige Studien häufig bessere Resultate hinsichtlich des Behandlungsergebnisses erzielen, da bei mehrwurzeligen Zähnen das Risiko eines Misserfolges entsprechend höher ist (54, 68, 69).

### **4.2.2 Datenerhebung**

Die Erhebung der Daten stützte sich auf die klinischen und röntgenologischen Befunde in den entsprechend angelegten Patientenkarteien der Abteilung für Zahnerhaltungskunde des Medizinischen Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Philipps-Universität Marburg.

Neben ganz allgemeinen Daten wie das Geschlecht, das Geburtsdatum und das Alter des Patienten zum Zeitpunkt der Wurzelkanalfüllung, galt es u.a. den Einfluss der verschiedenen Zahntypen auf das Behandlungsergebnis herauszufinden.

Um möglichst objektive und reproduzierbare Ergebnisse zu erhalten, erfolgte die Auswertung der postoperativen Kontrollaufnahmen durch zwei unabhängige und im Vorfeld kalibrierte Untersucher (OA Dr. Roggendorf & ZA Heekeren); wie es in der

internationalen Literatur beschrieben und verlangt wird (25, 33, 35, 50, 56, 58, 75, 108, 139, 153). Je nach Kriterium ergab die statistische Auswertung (Cohen's kappa) zwischen den Untersuchern eine hohe bis sehr hohe Übereinstimmung ( $\kappa=0,812-0,975$ ) und stellte im Vergleich zu Studien mit ähnlicher Charakteristik ein sehr gutes Ergebnis dar. Um den Vergleich mit anderen veröffentlichten Studien herzustellen, wurden gängige Bewertungskriterien, wie z.B. der RCS-Score (74) zur Beurteilung des röntgenologischen koronalen Status, der RF-Score (105) für die Qualität der Wurzelkanalfüllung und der PAI-Score (88, 119) zur einheitlichen Bewertung des periapikalen Zustandes verwendet. Der klinische Befund stützte dabei lediglich die getroffene Aussage über das jeweilige Behandlungsergebnis.

Die Anzahl der benötigten Sitzungen, mikrobiologische Testverfahren oder der Einfluss verschiedener Spüllösungen, applizierter medikamentöser Einlagen und unterschiedlicher Kanalpräparationen auf das Behandlungsergebnis wurden in der vorliegenden Arbeit nicht gesondert untersucht, da diese Daten zum größten Teil einheitlich erschienen oder erst gar nicht vorhanden waren. Übereinstimmend mit den meisten vergleichbaren Studien wurde der Zahn als kleinste Untersuchungseinheit in dieser Studie gewählt, da ein Misserfolg meist den gesamten Zahn betrifft und es oft recht schwierig ist, diesen einer gesonderten Wurzel oder einem Wurzelkanal zuzuschreiben. Die Gefahr einer positiven Beeinflussung der Ergebnisse ist nach Löst et al. (99) durch diese Vorgehensweise nicht gegeben.

#### **4.2.3 Definition von endodontischem Erfolg/Misserfolg**

In der internationalen Literatur existieren kaum festgelegte, allgemein gültige Definitionen über den Erfolg einer endodontischen Revisionsbehandlung. Die Erfolgskriterien, die in der Literatur herangezogen wurden, bestanden zumeist neben der klinischen Beschwerdefreiheit des behandelten Zahnes, aus dem Nichtvorhandensein (strikte Kriterien) bzw. der deutlichen Verkleinerung (weniger strikte Kriterien) von präoperativ vorhandenen periapikalen Radioluszenzen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung. Eine gewisse Vorreiterrolle für andere erfolgsorientierte endodontische Nachuntersuchungen besitzt dabei die Washington-Studie, welche ebenfalls strikte Erfolgs-

kriterien für ihre Auswertung heranzog (102, 147). Die Berücksichtigung von röntgenologischen und klinischen Erfolgskriterien wurde auch von Bender et al. (14, 15) gefordert. Wenngleich eine histologische Nachuntersuchung unumstritten die eindeutigsten Ergebnisse über Resultate einer endodontischen Therapie liefert, ist diese Vorgehensweise in vivo nicht durchführbar.

Im Gegensatz zu reinen Überlebensstudien (42, 57, 122, 125, 128, 132), die den Erhalt des Zahnes zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung als Erfolgskriterium festlegten, wurden in der vorliegenden Studie lediglich diejenigen Fälle als Erfolg gewertet, bei denen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung weder Beschwerden noch röntgenologisch manifeste Aufhellungen ( $\text{PAI} \leq 2$ ) vorhanden waren. In Fällen mit multiplen Wurzeln und Wurzelkanälen wurde der Zahn immer nach der auffälligsten Wurzel bewertet. War röntgenologisch eine Abheilung der periapikalen Läsion ( $\text{PAI-Score} <$ ) bei gleichzeitiger klinischer Asymptomatik zu beobachten, wurde der Fall nach Friedman & Mor (55) sowie Ørstavik (119) et al. als "funktionell" gewertet. Anders sahen Salehrabi & Rotstein (128) in ihrer Überlebensstudie die Funktionalität des Zahnes als gegeben, wenn der Zahn zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung noch in situ war. Da derartig festgelegte Kriterien über einen Erfolg oder Misserfolg bei Überlebensstudien als ungenügend erschienen, fand diese Art von Definition keine Gültigkeit in der vorgenommenen Arbeit. Aufgrund der fehlenden klinischen und röntgenologischen Auswertungen, muss davon ausgegangen werden, dass Überlebensstudien bessere Resultate erzielen als Studien mit komplexeren Erfolgsdefinitionen (54, 71, 99).

## 4.3 Ergebnisse

### 4.3.1 Patientengut

Die Zahl der endodontischen Revisionsbehandlungen lag mit 133 erfassten Zähnen (219 Wurzeln und 267 Kanäle) im Vergleich zu anderen Arbeiten eher im Mittelfeld (116).

Demnach wiesen einige im universitären Betrieb angelegte Studien wie die von Bergenholtz et al. (19, 20) oder Allen et al. (3) größere Patientenpools auf. Meist lag die Zahl der erfassten Zähne jedoch im Bereich zwischen 18 und 128 (25, 33, 35, 50, 54, 146), wobei Gorni & Gagliani (58) mit 452 erfassten Zähnen die obere Grenze darstellten. Umgerechnet ergab sich somit ein Durchschnitt von 138 erfassten Zähnen (s. Tab.1.1.).

### 4.3.2 Altersverteilung

Die Altersverteilung in dieser Erhebung wies einen deutlichen Schwerpunkt im Bereich 21-80 Jahre mit einem Gipfel im Abschnitt 21-60 Jahre auf. Das Alter der Patienten (n=105), welche zur Berechnung der Gesamterfolgsrate herangezogen wurden, erstreckte sich von 17 bis 83 Jahren. Der Mittelwert betrug 46 Jahre.

Im Vergleich mit allen anderen zur Diskussion herangezogenen Veröffentlichungen, die einen endodontisch revisionsbehandelten Patientenpool auswerteten (33, 35, 50, 54, 75, 86, 91, 139, 153), deckte sich diese Alterstruktur weitestgehend, wenngleich einige wenige einen niedrigeren (3, 58) Altersschwerpunkt aufwiesen. Die Auswirkung des Patientenalters auf das Behandlungsergebnis von endodontischen Revisionsbehandlungen wurde von verschiedenen Autoren recht unterschiedlich gesehen. So konnten Sjögren et al. (139) in ihren Studien keinen statistisch signifikanten Einfluss des Patientenalters auf das Behandlungsergebnis feststellen, während Van Nieuwenhuysen et al. (153) von einer geringeren Erfolgsrate bei steigendem Alter berichteten. Darüber hinaus konnten Hoskinson et al. (75) zeigen, dass endodontische Revisionsbehandlungen, welche bei Patienten im Alter von 25-50 Jahren durchgeführt worden waren, eine

um 4% höhere Heilungsprognose aufwiesen als es bei älteren Patienten (>50 Jahre) der Fall war. Aufgrund der geringen Fallzahl (n=76) sind diese Ergebnisse jedoch mit Vorsicht zu betrachten (116).

Übereinstimmend mit der Studie von Sjögren et al. (139) konnte bei dieser vorliegenden Studie keine statistisch signifikante Korrelation zwischen dem Alter und den ermittelten Erfolgsquoten festgestellt werden. Der ermittelte Signifikanzwert betrug demnach  $p=0,129$ . Lediglich eine Tendenz, dass bei steigendem Alter ein höherer Anteil an Misserfolgen auftrat, konnte beobachtet werden, was vermutlich mit einer höheren Inzidenz an parodontalen und allgemeinen Erkrankungen sowie einer zunehmend verminderten Immunabwehr zu sehen ist (27, 148).

Entgegen dieser Meinung konnten Ørstavik et al. (121) in einer Studie zeigen, dass ältere Patienten eine bessere Heilungstendenz bei endodontischen Behandlungen aufwiesen als jüngere. Sie begründeten ihre Aussage mit der progressiven Reduktion des Pulpenraumes und der Ramifikationen, welche das Volumen für Infektion limitieren und es einfacher machen, das Kanalsystem adäquat aufzubereiten und zu obturieren. Aufgrund von fehlender Dentinbildung (Sekundärdentin/Tertiärdentin) zum Zeitpunkt einer endodontischen Revisionsbehandlung lässt sich die getroffene Aussage nur auf initiale endodontische Behandlungen beziehen und findet bei dieser vorliegenden Studie keine allgemeine Gültigkeit.

### 4.3.3 Geschlechterverteilung

Die Geschlechterverteilung der Patienten war nahezu paritätisch. Zwar überwog die Anzahl an männlichen Patienten mit insgesamt 57 leicht, jedoch ergab sich aus dem Unterschied von 9 Patienten zu den Frauen mit  $p=0,501$  kein statistisch signifikanter Unterschied.

Dieser Befund deckte sich mit dem Großteil anderer Studien. Molvens (106) Aussage, dass beim weiblichen Geschlecht häufiger endodontische Revisionsbehandlungen durchgeführt werden, konnte somit nicht bestätigt werden.

Obwohl der Geschlechtervergleich bei der differenzierten Betrachtung des Gesamterfolges (n=95) zeigte, dass bei weiblichen Patienten (88,4%) ein Erfolg eher zu ver-

buchen war als bei männlichen Patienten (78,8%), konnte lediglich eine Tendenz mit  $p=0,217$  festgestellt werden, die einen verzögerten Heilungsverlauf bei männlichen Patienten vermuten ließ.

Übereinstimmend mit sämtlichen Quellen in der Literatur hatte das Alter und Geschlecht keinen statistisch signifikanten Einfluss auf Erfolg oder Misserfolg der vorgenommenen endodontischen Therapie (82, 83).

#### **4.3.4 Verteilung der behandelten Zähne**

Im Unterschied zu den Ergebnissen der Washington-Studie und diversen anderen Arbeiten (22, 36, 80, 107, 137, 157) stellte sich in dieser Studie die Verteilung der revisionsbehandelten Zähne gleichmäßig auf beide Kiefer dar (139, 155). Ein Überwiegen an revisionsbehandelten Zähnen des Oberkiefers im Vergleich zum Unterkiefer konnte nicht festgestellt werden.

Auffällig war die Verteilung der einzelnen Zahngruppen innerhalb der Kiefer. Im Oberkiefer wiesen die behandelten Zahngruppen nur geringe Unterschiede in ihrer numerischen Verteilung auf. Insgesamt bedurften hier 27 Frontzähne, 22 Prämolaren und 16 Molaren einer endodontischen Revisionsbehandlung. Im Unterkiefer hingegen traten größere Unterschiede auf. Hier überwogen die posterioren Seitenzähne deutlich im Vergleich zu den anderen Gruppen. Insgesamt wurden 44 Molaren und 16 Prämolaren therapiert. Die unteren Frontzähne bildeten mit lediglich 6 Fällen den bei weitem am kleinsten vertretenen Bereich.

Deckte sich das Überwiegen der Seitenzähne mit den meisten anderen Studien (84, 118), konnte der geringe Anteil der Unterkieferfrontzähne nur in einigen wenigen Untersuchungen vorgefunden werden (6, 90, 104). Als Grund hierfür wurde u.a. das seltene Auftreten von Karies im Uk-Frontzahnbereich aufgeführt.

Auch zeigte sich in der vorliegenden Studie, dass insbesondere bei den zweiten Prämolaren verhältnismäßig am häufigsten ein Misserfolg zu verzeichnen war. Folglich konnte lediglich bei 9 von insgesamt 13 revisionsbehandelten zweiten Prämolaren ein Erfolg verbucht werden, was einer Misserfolgsquote von 30,8% entsprach.

Ebenfalls stellten Seltzer et al. (136) und Teeuwen (148) in ihren Studie fest, dass Prämolaren häufiger als andere Zahngruppen einer Extraktion zum Opfer fielen. Rocke et al. (125) stuften ihr Ergebnis hinsichtlich der Zahngruppen zwar als „nicht bedeutsam“ ein, stellten jedoch trotzdem eine ungünstigere Prognose bei den Prämolaren fest. Laut Ng et al. (116), Strindberg (144) und Grahnèn & Hansson (59) überwogen die beschriebenen Erfolgszahlen bei Molaren im Unterkiefer; gefolgt von Unterkieferprämolaren und Oberkiefermolaren und -prämolaren. Die niedrigsten Erfolgsraten konnten dementsprechend bei Unterkiefer und Oberkiefer Front- und Eckzähnen beobachtet werden. Lediglich Allen et al. (3) konnten eine statistisch signifikante Korrelation zwischen Zahntypen und den ermittelten Erfolgsraten feststellen. Andere Autoren fanden hingegen keinen entscheidenden Einfluss der Zahngruppen auf das Behandlungsergebnis (32, 123, 128, 134).

Ein statisch signifikanter Unterschied lag hier nicht vor, weder vom Zahntyp noch von der Zahngruppe und der Anzahl der Wurzeln des jeweiligen Zahnes. Die Erfolgswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit vom Zahntyp betrug  $p=0,433$ . Bezogen auf die Zahngruppe und die Anzahl der Wurzeln des jeweiligen Zahnes konnten Signifikanzwerte von  $p=0,460$  und  $p=0,814$  ermittelt werden.

#### 4.3.5 Recallrate

Um eine fundierte Aussage hinsichtlich der Recallrate zu erlangen, mussten diejenigen Zähne ( $n=10$ ) aus der Berechnung ausgeschlossen werden, die bekanntermaßen bereits im Vorfeld extrahiert worden waren. Da sich eine klinische Nachuntersuchung in solchen Fällen erübrigt, schien diese Vorgehensweise durchaus vertretbar (35, 50). Bezogen auf die Anzahl der ausgewerteten Zähne lag die erzielte Recallrate in der vorliegenden Studie bei 77,2% ( $n=95$ ).

Im Allgemeinen müssen gewonnene Ergebnisse von Studien dieser Art kritisch betrachtet werden, da eine recht hohe Abbrecherquote das erreichte Ergebnis negativ beeinflussen kann (121). Diesbezüglich scheint es ratsam zu sein, Erfolgsraten von Studien mit zu geringen Recallraten kritisch zu betrachten und nicht überzubewerten, wie Wu et al. in einer Arbeit von 2009 postulierten (158). Ferner könnte es sich unter



Umständen negativ auf die ermittelte Recallrate auswirken, wenn ein Patient mit vielen endodontischen Revisionsbehandlungen nicht zum Nachuntersuchungstermin erschienen ist. Nach Apt et al. (5) besitzen die gewonnen Resultate einer Nachuntersuchung erst dann eine allgemeine Gültigkeit, wenn sie eine Recallrate von über 50,0% aufweisen. In Anbetracht dieser Tatsache können die statistisch ermittelten Ergebnisse dieser Untersuchung ohne Bedenken zu einem Vergleich mit anderen Veröffentlichungen herangezogen werden.

Trotz häufig fehlender Angaben (1, 16, 29, 33, 54, 75, 139, 143, 153) ist auffällig, dass die in der Literatur benannten Recallraten nach 4-6 Jahren zum Teil recht niedrig waren. Demnach betrug die Recallrate bei den Toronto-Studien lediglich 20,0% bzw. 26,0% (35, 50). Eine deutlich höhere Recallrate konnte Çaliskan mit 96,0% verzeichnen. Vergleicht man die ermittelten Recallraten von Molven & Halse (108) (50,0%) und Fristad et al. (56) (26,0%) miteinander, wird ersichtlich, dass die Anzahl an nachuntersuchten Fällen bei Verlängerung des Beobachtungszeitraumes um weitere 10-17 Jahre deutlich geringer ausfiel als es ursprünglich der Fall war. So kam bereits Selden (134) in einer Studie von 1974 zu der Erkenntnis, dass die Anzahl an nachuntersuchten Patienten mit der Dauer der gewählten Beobachtungsperiode deutlich abnahm.

Laut der Patientenkarteien waren die Gründe für das Fernbleiben der Patienten an den Nachuntersuchungen mannigfaltig und reichten von dem plötzlichen Nichterscheinen des Patienten durch Krankheit, Immobilität und mangelndem Interesse bis hin zu einer Weiterbehandlung durch einen niedergelassenen Kollegen oder Hauszahnarzt. In den meisten bekannten Fällen lag jedoch die Ursache für ein Nichterscheinen in einem Verzug mit unbekanntem Aufenthaltsort des Patienten. Speziell in einer Universitätsstadt wie Marburg an der Lahn, in der eine hohe Fluktuation herrscht, muss damit gerechnet werden, dass junge Studenten nach Beendigung ihres Studiums ihren Wohnort wechseln und sich eine Teilnahme an der Nachuntersuchung nicht ohne weiteres umsetzen lässt. In seltenen Fällen machte das Versterben des Patienten eine Nachuntersuchung unmöglich. Der genaue Grund war jedoch nicht in jedem Fall bekannt.

So fanden auch Löst et al. (99) heraus, dass als Ursache für eine fehlende Halbjahresnachkontrolle bei der Hälfte der Fälle ein unbegründetes Fernbleiben trotz schriftlicher Aufforderung zugrunde lag. Die andere Hälfte verteilte sich zu ähnlichen Anteilen auf den Verzug, sowie auf die Faktoren wie Krankheit, Tod oder sonstige Gründe.

### 4.3.6 Beobachtungszeitraum

Betrachtet man im Folgenden die Beobachtungszeiträume der in der internationalen Literatur beschriebenen Studien, treten Verlaufsperioden von  $\leq 0,5$  - 27 Jahren auf (116). Nach Ørstavik (117) ist ein Recallzeitraum von 1-2 Jahren ausreichend, um Aussagen über einen Erfolg von endodontischen Behandlungen treffen zu können. Andere Autoren beschrieben, dass nach einem Zeitraum von etwa zwei Jahren die meisten Läsionen endodontischen Ursprungs bereits vollständig (24) oder weitestgehend ausgeheilt waren (89, 120). Um ein aussagekräftiges Ergebnis hinsichtlich eines Langzeitergebnisses zu erzielen, wurde in der vorliegenden Studie, gemäß den Richtlinien der DGZMK und ESE (39, 41, 45, 46), bewusst ein Beobachtungszeitraum von 4-6 Jahren gewählt. Dabei galt es, die Ermittlung der Erfolgsrate nicht durch zu kurz gewählte Beobachtungszeiträume negativ zu beeinflussen. In 55,8% der Fälle erfolgten die durchgeführten Nachuntersuchungen in diesem Schlüsselzeitraum. 7,3% aller Nachuntersuchungen fanden zu einem späteren Zeitpunkt statt, um auch in der Literatur beschriebene Späterfolge bzw. Spätmisserfolge erfassen zu können, die teilweise nach 9 Jahren auftreten können (117, 120, 139, 144).

### 4.3.7 Prothetische Versorgung

Ein durchaus bedeutender Faktor, der in den meisten Fällen einen längeren Erhalt des Zahnes erst möglich erscheinen lässt, ist die prothetische Restauration nach einer endodontischen Revisionsbehandlung. Neben der primären Stabilisierung des z.T. stark geschwächten Zahnes, gilt es vor allem das Wurzelkanalsystem durch einen adäquaten koronalen Verschluss vor Reinfektionen zu schützen (50, 75, 116). In Anbetracht der recht hohen Überlebensrate von Teil- und Vollgusskronen erscheint diese Vorgehensweise nach Schlösser et al. als äußerst sinnvoll (131). So halten Tekyatan et al. (149) eine schnelle Versorgung der endodontisch behandelten Zähne ohne längere Wartezeiten für außerordentlich wichtig. Nagasiri et al. (111) sehen eine Überkronung der endodontisch behandelten Zähne sogar als Notwendigkeit an. Fünf Studien (3, 50, 54,

75, 139) analysierten den Einfluss der Art oder Qualität einer koronalen Restauration auf das Behandlungsergebnis. Auffällig waren dabei die verschiedenen Betrachtungsweisen, die jeweils herangezogen wurden. So fanden Vergleiche zwischen restaurierten und nicht restaurierten Zähnen (54), zwischen definitiven und provisorischen Restaurationen (3, 50, 54), zwischen Kronen und plastischen Restaurationen (54, 139), zwischen dem Vorhandensein und Fehlen eines Wurzelstiftes (54) und zwischen befriedigenden und unbefriedigenden Restaurationen statt (75). Nach Hoskinson et al. (75) handelte es sich um befriedigende Restaurationen, wenn keine marginalen Diskrepanzen, Verfärbungen oder Kariesrezidive am Restaurationsrand vorlagen und in der Vergangenheit keine Entzementierung dieser verzeichnet werden konnte. Allen et al. (3), Friedman et al. (54) und Farzaneh et al. (50) stellten fest, dass restaurierte Zähne bzw. definitiv restaurierte Zähne signifikant höhere Erfolgsraten aufwiesen als nicht restaurierte Zähne. Die Art der Restauration hatte jedoch keinen signifikanten Einfluss auf das Behandlungsergebnis endodontischer Revisionsbehandlungen (54, 139). Ferner fanden Ng et al. (116) heraus, dass die Erfolgsrate bei Zähnen mit befriedigenden Restaurationen um 24% höher lag als bei Zähnen mit unbefriedigenden Restaurationen. Ein signifikanter Einfluss konnte auch der Restaurationsqualität zugeschrieben werden. In der vorliegenden Studie konnte zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung in 54,7% (n=52) der Fälle eine indirekte Restauration vorgefunden werden. Die Verteilung der indirekten Restaurationen zeigte, dass mehr als die Hälfte der behandelten Zähne (57,7%) durch Einzelkronen versorgt worden waren, wobei die Hälfte hiervon (26,9%) zusätzlich einen Retentionsstift erhielten. Die restlichen 42 Zähne (44,2%) wiesen lediglich einen adhäsiven koronalen Verschluss oder koronalen Aufbau auf, der zum Zeitpunkt der endodontischen Revisionsbehandlung angefertigt wurde. Als Ursache hierfür muss neben der Compliance auch die wirtschaftliche Lage des Patienten gesehen werden, da bei Zahnersatzleistungen meist nicht unerhebliche Mehrkosten für diesen entstehen. Im Vergleich zu den weiter oben genannten Studien (3, 50, 54, 75, 139) hatte die Art der Restauration in der vorliegenden Arbeit mit  $p=0,068$  keine statistische Signifikanz auf das Endresultat der Behandlung.

### 4.3.8 Röntgenologischer koronaler Status

Ebenfalls zeigte sich keine statistische Signifikanz hinsichtlich des röntgenologischen koronalen Statuses (RCS-Score), welcher die Qualität der vorhandenen Restauration - soweit röntgenologisch beurteilbar - wiedergibt. Der röntgenologische koronale Status (RCS-Score) unterschied sich allerdings im Vorher-Nachher-Vergleich signifikant. Hier konnte ein Signifikanzwert von  $p=0,017$  ermittelt werden. Von ursprünglich 42 (31,6%) Restaurationen mit Zeichen einer koronalen Leakage oder Sekundärkaries zeigten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung lediglich 12 Zähne einen insuffizienten Randschluss, was einem prozentuellen Anteil von 12,6% entsprach. Auch wenn die klinische Beurteilung des koronalen Statuses (CCS-Score) nicht Gegenstand dieser Arbeit war, reflektierten die gewonnen Erkenntnisse die Qualität der angefertigten Restaurationen im Medizinischen Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde in Marburg. Die Vermutung, dass stets ein hoher Wert auf eine adäquate prothetische Weiterversorgung des Patienten gelegt wurde, lag somit nahe.

### 4.3.9 Länge der Wurzelkanalfüllung

Die Länge der Wurzelkanalfüllung im Vergleich zum Apex ist ein Faktor, welcher bereits ausführlich in der Literatur diskutiert wurde. Zwar herrscht absolute Einigkeit, dass das Ziel jeder Wurzelkanalfüllung der Apex des behandelten Kanalsystems ist, jedoch gibt es in der Literatur keine allgemeingültige Aussage über die genaue Lage des physiologischen Apexes (endodontischer Apex), zumal dieser auch altersabhängig erscheint. Demnach definierte Schilder in einer Arbeit von 1976 (130) als Endpunkt der Wurzelkanalfüllung den Übergang vom Dentin des Kanalsystems zum parodontalen Ligament und postulierte, dass dieser Bereich bis zu 5 mm vom röntgenologischen Apex entfernt sein könne. Während laut der Lehrmeinung der Abteilung für Zahnerhaltungskunde der Philipps-Universität in Marburg dieser durchschnittlich 1 mm Abstand zum röntgenologischen Apex beträgt und zwischen 0,8 mm bei jüngeren und 1,2 mm bei älteren Zähnen schwankt (70), wird in den meisten Studien der endo-

odontische Apex im Bereich von 0,5 bis 1 mm der auf dem Röntgenbild zu erkennenden Wurzelspitze (röntgenologischer Apex) vermutet.

Grahnèn & Hansson (59), Engström et al. (47) und Bergenholtz et al. (19, 20) ermittelten in ihren Studien zum Teil deutlich schlechtere Ergebnisse bei Zähnen mit überextendierten Wurzelkanalfüllungen. Die besten Ergebnisse wurden demnach bei Wurzelkanalfüllungen verzeichnet, die einen Abstand von 0 bis 2 mm zum röntgenologischen Apex aufwiesen (35, 50, 54). In allen Fällen konnte ein statistisch signifikanter Einfluss dieses Parameters auf die resultierende Erfolgsrate festgestellt werden. Andere Studien stellten komplexere Vergleiche auf und untersuchten die Erfolgsrate von endodontisch behandelten Zähnen mit präoperativen periapikalen Läsionen in Abhängigkeit der apikalen Ausdehnung von Wurzelkanalfüllungen. Demnach erzielten Sjögren et al. (139) bei Zähnen, die 2 mm oder weniger entfernt vom röntgenologischen Apex abgefüllt wurden, eine 94%ige Erfolgsquote. Unterfüllte Kanalsysteme heilten in 74% aller Fälle aus, überstopfte in 68% der Fälle. Als Ursache für die Persistenz einer periapikalen Läsion wurden neben einer Schädigung des periapikalen Gewebes durch den mechanischen Reiz der Füllmasse das Transportieren von Toxinen aus dem Kanalsystem in das umliegende Gewebe sowie die Fremdkörperwirkung von Sealmasse gesehen (59, 139, 144, 159). Gleichzeitig fanden Sjögren et al. heraus, dass die apikale Ausdehnung der Wurzelkanalfüllung bei Zähnen mit präoperativ festgestellten periapikalen Läsionen keinen Einfluss auf das Behandlungsergebnis von endodontischen Revisionsbehandlungen hatte (116). Ähnlich konnten Farzaneh et al. (50) und de Chevigny et al. (35) in ihren Untersuchungen keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen Unter- oder Überstopfung des Kanalsystems feststellen.

Die ermittelten Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zeigten ebenfalls einen signifikanten Einfluss der Länge von Wurzelkanalfüllungen mit  $p=0,012$  und korrelieren folglich mit den Ergebnissen der Studien von Grahnèn & Hansson (59), Engström et al. (47) und Bergenholtz et al. (19, 20). Sowohl bei Fällen, in denen die Wurzelkanalfüllung  $>2$  mm vor dem röntgenologischen Apex endete (LRF-Score Grad 2), als auch bei Fällen mit korrekter Länge der Wurzelkanalfüllung (0-2 mm vor dem röntgenologischen Apex, LRF-Score Grad 1) konnten Misserfolge verzeichnet werden. Misserfolge in Verbindung mit „echten“ überextendierten Wurzelkanalfüllungen

(Wurzelkanalfüllung reichte über den röntgenologischen Apex hinaus) lagen hingegen nicht vor. Womöglich lässt sich daraus schlussfolgern, dass Fälle mit über den Apex hinaus gelangten Sealmassen, welche sich röntgenologisch in sogenannten Puffs manifestieren, keinen negativen Einfluss auf das Ergebnis der endodontischen Behandlung zeigten. Wie zahlreiche Studien bereits belegen konnten, lassen sich solche geringen Mengen an Sealer im Laufe der Zeit problemlos vom periapikalen Gewebe resorbieren. Die Gefahr einer Verzögerung der knöchernen Konsolidierung ist dabei nicht gegeben (109, 144, 146). Somit gilt es Fälle mit „echten“ überstopften Kanalsystemen von letzteren zu unterscheiden. Meist ist die Ursache für verzögerte Heilungsverläufe nicht am Füllmaterial (Guttapercha) selber, sondern vielmehr an einer vorangegangenen Überinstrumentierung und der Verletzung des periapikalen Gewebes zu suchen (56, 135). Ein Blick auf die absoluten Zahlen zeigt, dass im Vergleich zur röntgenologischen Ausgangssituation der prozentuelle Anteil an zu kurzen Wurzelkanalfüllungen von ursprünglich 60,9% (n=81) auf 18,9% (n=18) gesenkt werden konnte. Der Chi-Quadrat-Test zeigte mit  $p < 0,001$  einen signifikanten Unterschied. In 71,6% (n=68) der ausgewerteten Fälle endete die Wurzelkanalfüllung wie gefordert 0-2 mm vor dem röntgenologischen Apex.

#### **4.3.10 Homogenität der Wurzelkanalfüllung**

Als Bewertungsmaßstab für die Homogenität der Wurzelkanalfüllung wurde in dieser Arbeit der HRF-Score nach Hommez et al. (74) herangezogen. Dabei kann zwischen Grad 1 (homogene Wurzelkanalfüllung, gute Kompaktion, keine sichtbaren Blasen) und Grad 2 (inhomogene Wurzelkanalfüllung, schlechte Kompaktion, sichtbare Blasen vorhanden) unterschieden werden. Wie auch schon bei der Bestimmung des LRF-Scores (Länge der Wurzelkanalfüllung) lässt sich eine Aussage über die Homogenität der Wurzelkanalfüllung nur anhand einer Röntgenaufnahme treffen (156). Aufgrund der zweidimensionalen Darstellung eines dreidimensionalen Wurzelkanalsystems können bei dieser Methode falsch-positive bzw. falsch-negative Ergebnisse nicht ausgeschlossen werden (133). Der prozentuelle Anteil an homogen gefüllten Wurzelkanälen (Grad 1) betrug zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 82,1% (n=78) und machte im

Vergleich zur röntgenologischen Ausgangssituation (24,8%, n=33) einen deutlich höheren Wert aus. Die Auswirkung der Homogenität bzw. Kompaktion der Wurzelkanalfüllung auf das Behandlungsergebnis stellte sich mit  $p=0,001$  als signifikant dar. Einen deutlichen Einfluss der Homogenität von Wurzelkanalfüllungen auf das Endresultat einer Behandlung zeigten bereits einige andere Studien (86, 139). Demnach kamen Sjögren et al. (139) zu dem Ergebnis, dass inhomogen gefüllte Wurzelkanäle mit einer Erfolgsrate von 31% schlechter abschnitten als homogen gefüllte (68%). Besonders deutlich wurde der Unterschied in der Studie von Kerekes und Tronstad (86). Während sie bei homogen gefüllten Wurzelkanälen über eine Erfolgsrate von 93% berichteten, betrug diese lediglich 28% bei inhomogen gefüllten Wurzelkanälen. Im Kontrast zu den oben genannten Studien konnten Friedman et al. (54) keinen signifikanten Unterschied zwischen homogenen und inhomogenen Wurzelkanalfüllungen feststellen.

#### 4.3.11 Qualität der Wurzelkanalfüllung

Im Hinblick auf die Qualität der präoperativen Wurzelkanalfüllungen stellten lediglich zwei Studien einen Vergleich über die Erfolgsraten von Revisionsbehandlungen an Zähnen mit befriedigenden vorhandenen Wurzelkanalfüllungen und unbefriedigenden vorhandenen Wurzelkanalfüllungen an. Im Gegensatz zu Danin et al. (33), die diesem Parameter keinen signifikanten Einfluss auf das Endresultat der Behandlung zuschreiben konnten, fanden Farzaneh et al. (50) signifikant geringere Erfolgsraten bei Zähnen mit präoperativ adäquaten Wurzelkanalfüllungen (Wurzelkanalfüllung endet 0-2 mm vor dem röntgenologischen Apex, keine Hohlräume vorhanden) als bei inadäquat gefüllten Wurzelkanälen.

In Kontrast zu den Toronto-Studien (35, 50) zeigten die gewonnen Ergebnisse dieser Arbeit keinen signifikanten Einfluss der Qualität der Wurzelkanalfüllung auf den Behandlungserfolg. Der errechnete Signifikanzwert betrug  $p=0,313$ .

Jedoch konnte ein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Qualität der Wurzelkanalfüllung vor und nach der Behandlung mit  $p=0,032$  festgestellt werden. Demnach betrug der Anteil an Zähnen, welche zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung einen RF-Score

Grad 5 (mangelhafter Qualität) aufwiesen, lediglich 3,2% (n=3) und war somit im Verhältnis zur röntgenologischen Ausgangssituation mit 69 (51,9%) RF-Score Grad 5 Zähnen, verschwindend gering.

Inwiefern sich die Qualität von Wurzelkanalfüllungen auf die Erfolgsrate endodontischer Revisionsbehandlungen auswirkt, untersuchten vier Studien (50, 75, 139, 153). So fanden Sjögren et al. (139), Van Nieuwenhuysen et al. (153) und Farzaneh et al. (50) heraus, dass Zähne mit befriedigenden Wurzelkanalfüllungen signifikant höhere Erfolgsraten aufwiesen. Als befriedigende Wurzelkanalfüllungen wurden diejenigen, die einen adäquaten Verschluss (Seal), einen guten apikalen Seal und keine Blasen enthielten, bewertet. Analog zu den gewählten Kriterien dieser Arbeit (RF-Score (105)) berücksichtigten Van Nieuwenhuysen et al. (153) ebenfalls die apikale Ausdehnung der Wurzelkanalfüllung bei der Beurteilung der Qualität von Wurzelkanalfüllungen in ihrer Arbeit. Nach Ng et al. (116) lag die Erfolgsrate bei Zähnen mit befriedigenden Wurzelkanalfüllungen im Vergleich zu Zähnen mit unbefriedigenden Wurzelkanalfüllungen um 41% höher. In einer Studie von Hoskinson et al. (75) traten keine erfolgreichen Fälle mit unbefriedigenden Wurzelkanalfüllungen auf.

Auch wenn nicht ganz so deutlich wie in der letztgenannten Studie (75), hatte in der vorliegenden Arbeit die Qualität der Wurzelkanalfüllung einen statistisch signifikanten Einfluss auf den Erfolg bzw. Misserfolg der endodontischen Revisionsbehandlung. Mittels des Chi-Quadrat-Test konnte ein Signifikanzwert von  $p=0,019$  ermittelt werden.

#### **4.3.12 Erfolgsrate**

Einige Autoren stellten Unterschiede hinsichtlich der Erfolgsraten von endodontischen Revisionsbehandlungen und Initialbehandlungen fest (138). Dies lässt sich zum einen darin begründen, dass neben der Entfernung des alten Wurzelfüllmaterials auch die Entfernung zwischenzeitlich angefertigter prothetischer Versorgungen, wie z.B. gegossene metallische Stiftaufbauten, mit einer erheblichen Schwächung des Zahnes und dem Risiko einer Längsfraktur einhergehen. Ebenfalls setzen Fehler des Vorbehandlers, wie z.B. transportierte Foramina, Nichtbeachtung der ursprünglichen Kanal-



morphologie, unaufgefundene und unbehandelte Kanalabschnitte/Kanäle o.ä., die Prognose des Zahnes deutlich herab (58, 140, 152). Zudem stellten Sundqvist et al. (146) eine anders zusammengesetzte Bakterienflora im Wurzelkanalsystem von Zähnen fest, die einer endodontischen Revisionsbehandlung bedurften. Dabei handelte es sich um eine aus hauptsächlich grampositiven Bakterien bestehende mikrobielle Flora mit einem nicht unbedeutenden Anteil an *Enterococcus faecalis*-Erregern, welche sich als äußerst therapieresistent erweisen und somit extrem schwierig zu eliminieren sind.

Ein weiterer negativer und unvermeidbarer Einfluss auf die Ergebnisse bildete die Tatsache, dass nicht in jedem Fall der Grund einer durchgeführten Extraktion ersichtlich war. Neben einer endodontischen Ursache mussten ebenfalls parodontale Erkrankungen oder gar traumatologische Folgen für eine vorangegangene Extraktion in Betracht gezogen werden. Im Vergleich zu den Toronto-Studien (35, 50) wurde bei der Berechnung der Gesamterfolgsrate auch letztere mit berücksichtigt, da ein endodontischer Misserfolg nicht in jedem Fall ausgeschlossen werden konnte.

Die in dieser Studie ermittelte Gesamterfolgsrate, welche sowohl diejenigen Fälle, die zur Nachuntersuchung erschienen waren (n=95), als auch die bereits bekannten Extraktionsfälle (n=10) berücksichtigte, lag bei 75,2%. Da jedoch letztere aus diversen, zum Teil unbekannten Gründen, extrahiert worden waren und der Misserfolg nicht zwangsläufig auf einen endodontischen Fehler schließen ließ, sollten an dieser Stelle folgende ausgeklammert werden. Unter dieser differenzierten Betrachtung lag die Erfolgsquote bei 83,2%. Mit 13 gescheiterten Fällen lag die absolute Misserfolgsrate zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bei umgerechnet 13,6%. Bei 14 Patienten konnte eine Persistenz der präoperativ vorhandenen periapikalen Läsion beobachtet werden, die in 3 Fällen jedoch ein so fortgeschrittenes Heilungsstadium aufwiesen ((PAI-Score <), vollständige klinische Symptomfreiheit), dass hier ein relativer Erfolg („funktionell“) vorlag. Damit ergab sich eine relative Erfolgsrate von 86,4%.

Die Ergebnisse aus vergleichbaren Studien mit ähnlich definierten Erfolgskriterien erstreckten sich von 65,3% bis 85,7% (3, 29, 35, 50, 56, 58, 75, 108, 139) bei einem Mittelwert von 78,9%. So berichteten andere Studien, die weniger strikte Erfolgskriterien anwandten, meist von besseren Ergebnissen (47, 134). Anhand von klinischen

und röntgenologischen Befunden unterteilte Selden (134) in einer retrospektiven Studie die endodontischen Revisionsbehandlungen in Fälle mit günstigem Ergebnis (Erfolg) und ungünstigem Ergebnis (Misserfolg). Dabei wurden auch Zähne, die zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung lediglich eine Verkleinerung der präoperativ diagnostizierten periapikalen Läsion vorwiesen, der Erfolgsgruppe zugeordnet. Es konnte somit eine Erfolgsrate von 94,0% nach einem Beobachtungszeitraum von 0,5 Jahren bzw. von 88,0% nach 18 Monaten erreicht werden. In einer randomisiert-kontrollierten Studie von Danin et al. (33), die ebenfalls weniger strikte Kriterien für einen Behandlungserfolg definierten, lag die ermittelte Erfolgsrate entgegen aller Erwartungen lediglich bei 28,0%. Aufgrund der geringen Fallzahl (n=18), der verhältnismäßig kurz angelegten Verlaufsperiode von nur einem Jahr und dem Hintergrund, dass alle endodontisch behandelten Zähne eine präoperative periapikale Aufhellung aufwiesen, ist die zuletzt genannte Erfolgsquote und daraus resultierende Schlussfolgerung von Danin et al. (33) kritisch zu betrachten.

#### **4.3.13 Präoperative Parodontitis apicalis**

Wie folgende Untersuchungen zeigen konnten, scheint das Vorhandensein von präoperativen periapikalen Läsionen ebenfalls Einfluss auf das Ergebnis zu haben. Strindberg (144), Molven & Halse (108), Friedman et al. (54), Chugal et al. (29), Hoskinson et al. (75) und Gorni & Gagliani (58) verzeichneten deutlich schwächere Resultate für Fälle mit periapikalen Aufhellungen. Laut Ng et al. (116) hatten Zähne ohne periapikale Läsionen im Ausgangsbefund eine um 28% höhere Erfolgsquote im Vergleich zu Fällen mit Aufhellungen. Deutlicher fällt dieser Unterschied bei einer Studie von Sjögren et al. (139) aus. Hier konnten 98% der periapikal unauffälligen Zähne erfolgreich behandelt werden, wohingegen die Erfolgsrate in Fällen mit einer Läsion lediglich 62% betrug. Ein Zusammenhang zwischen dem räumlichen Ausmaß der Läsion und der Erfolgsrate wurde in dieser Studie ebenfalls hergestellt. So kamen einige Autoren zu dem Schluss, dass Läsionen mit einer Größe zwischen 2-5 mm besser ausheilen als größere Läsionen (26, 102). Andere konnten diese These nicht unter-

mauern (60). Da es sich bei röntgenologischen Aufnahmen um reine zweidimensionale Darstellungen handelt und eine vollständige Darstellung eines dreidimensionalen Prozesses nicht mit einer Aufnahme möglich ist, schien in der vorliegenden Arbeit eine Einteilung der periapikalen Läsion in mm Angaben wenig sinnvoll. Vielmehr eignete sich eine Einteilung nach Ørstavik et al. (119), welche Zähne nach dem PAI-Ausgangsbefund in „NAP“ (no apical periodontitis, PAI 0-2) und „CAP“ (chronic apical periodontitis, PAI 3-5) klassifizierten. Eine klare Differenzierung zwischen entzündlichen Prozessen im Sinne von persistierenden periapikalen Läsionen und nicht entzündlichem Narbengewebe lässt sich allein mit konventionellen Röntgenaufnahmen nicht vornehmen. Lediglich eine histologische Untersuchung kann einen Aufschluss darüber geben (21, 114, 135, 136). Nach Wu et al. (158) besitzt die konventionelle Röntgentechnik nur eine limitierte Aussagekraft, einen gesunden Periapex zu diagnostizieren. Um genauere Erkenntnisse über Vorhandensein und Ausdehnung eines solchen Prozesses zu erlangen, bedarf es einer dreidimensionalen Darstellung (z.B. DVT). Im Gegensatz zu einer Untersuchung von Nair et al. (114) ist nach Love und Firth (96) und Bhaskar (21) die Inzidenz einer narbigen periapikalen Ausheilung im Anschluss einer nicht-chirurgischen endodontischen Behandlungen als verschwindend gering zu betrachten. Demnach führten Love und Firth (96) Wurzelspitzenresektionen an 100 endodontisch behandelten Zähnen mit röntgenologisch bestehenden periapikalen Läsionen durch. Eine histopathologische Untersuchung der entnommenen Proben sollte dabei die vermutete Diagnose stützen. In der Mehrzahl der Fälle (77%) konnte ein periapikales Granulom vorgefunden werden. In 18% der Fälle lag eine Zyste, in 3% ein Abszess und lediglich in 2% ein Narbengewebe vor. Laut Nair (112) ist zusätzlich von entscheidender Bedeutung, ob es sich bei der röntgenologischen Aufhellung um eine Läsion endodontischen Ursprungs oder um eine radikuläre Zyste handelt. Diese machten laut seiner Studie etwa 15% aller Aufhellungen im Bereich der Wurzelspitzen aus. Weiterhin unterschied Nair (112) zwei Typen von Zysten mit unterschiedlicher Heilungstendenz. Während periapikale Taschenzysten, die mit dem Wurzelkanal kommunizieren, nach konventioneller Wurzelkanalbehandlung ausheilen können, muss bei echten periapikalen Zysten, die keine Verbindung zum Zahninneren aufweisen, der Infektionsherd durch ein chirurgisches Vorgehen beseitigt werden.

In der vorgenommenen Untersuchung wiesen 88 der 105 ausgewerteten Zähne im Ausgangsbefund eine periapikale Aufhellung auf, was einem Anteil von 83,8% entsprach. Während die Misserfolgsrate bei präoperativ vorhandener periapikaler Aufhellung in dieser Studie 26,1% betrug, lag diese bei Fehlen einer periapikalen Aufhellung lediglich bei 17,6% und damit teilweise deutlich unter den genannten Zahlen von Çaliskan (25) und Van Nieuwenhuysen (153) mit 38,4% bzw. 28,2%. Ein signifikanter Einfluss auf das Resultat des Behandlungsergebnisses konnte in der vorliegenden Studie diesem Parameter mit  $p=0,458$  nicht zugesprochen werden. Die bereits postulierten und z.T. gravierenden Unterschiede hinsichtlich der ermittelten Behandlungsergebnisse ließen sich durch diese Arbeit nicht bestätigen. Die Differenz der Erfolgsquoten zwischen den beiden Gruppen betrug lediglich 8,5%.

#### **4.3.14 Gründe für den Misserfolg**

Um Rückschlüsse über das Scheitern der Therapie ziehen zu können, sollen abschließend die einzelnen Misserfolge separat dargestellt werden.

Bei näherer Betrachtung des betroffenen Patientengutes lassen sich lediglich vereinzelte Auffälligkeiten feststellen. Die Geschlechter waren mit 13 männlichen und 10 weiblichen nahezu gleichmäßig verteilt. Bis auf zwei Patienten rekrutierten sich alle aus dem am stärksten vertretenen Altersbereich (21-80 Jahre). Zwischen dem Durchschnittsalter von Patienten der Erfolgsgruppe und der Misserfolgsgruppe konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Der Signifikanzwert betrug demnach  $p=0,414$ . Die Zahngruppen waren mit Ausnahme der 2. Prämolaren entsprechend ihrer absoluten Häufigkeiten vertreten. Hier konnte lediglich in 9 von 13 Fällen ein Erfolg verzeichnet werden, was einer Misserfolgsquote von 30,8% entsprach.

Im ersten Fall (Pat. 5) lag zu Behandlungsbeginn eine ausgeprägte, scharf begrenzte periapikale Aufhellung (PAI-Score 4) an Zahn 12 vor. Der Zahn wurde zunächst konservativ behandelt, da die vorherige Wurzelkanalfüllung erhebliche Mängel aufwies (RF-Score Grad 5). Nach einem Beobachtungszeitraum von einem Jahr ohne vollständige Konsultation des periapikalen Gewebes wurde eine Apikoektomie (chirurg-

gische endodontische Revisionsbehandlung) durchgeführt. Der Verdacht einer radikulären Zyste konnte dabei nicht bestätigt werden. Die Prognose nach Abschluss der Behandlung wurde als gut bewertet. Nach einer asymptomatischen Verlaufsperiode von 6 Monaten erhielt der Zahn einen gegossenen Stiftaufbau und eine vollverblendete Krone (KM). Die röntgenologische Aufhellung im Kontrollröntgenbild zeigte zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung jedoch keinen vollständigen Rückgang (PAI-Score 4). Laut den Toronto-Studien (9, 154) und anderen diversen Untersuchungen (110, 126, 127, 163) muss eine narbige Ausheilung nach chirurgischer Intervention in Erwägung gezogen werden. Trotz klinischer Unauffälligkeiten mit Sondierungstiefen von distal (d) 3 mm, vestibulär (v) 1 mm, mesial (m) 2 mm und oral (o) 2 mm und negativem Perkussionstest (vertikal/horizontal) wurde der Zahn als Misserfolg gewertet.

Beim zweiten Fall (Pat. 13) zeigte der Zahn 45 eine chronische apikale Parodontitis mit einer ausgeprägten Läsion (PAI-Score 4) im Bereich der Wurzelspitze im Ausgangsbefund. Im Rahmen der Revisionsbehandlung musste zunächst die Karies exkaviert, ein adhäsiver Aufbau gelegt und die insuffiziente Wurzelkanalfüllung (RF-Score Grad 5) entfernt werden. Die postoperative Kontrollaufnahme zeigte eine leicht inhomogene Wurzelkanalfüllung im apikalen Drittel (HRF-Score Grad 2). Eine vollständige Ausheilung konnte nach 6 Monaten nicht beobachtet werden, lediglich eine Reduktion (PAI-Score 3). Bedenkt man das Alter des Patienten (28 Jahre) zum Zeitpunkt der Wurzelkanalfüllung und die Tatsache, dass die Recallaufnahmen nach 6 Monaten aufgenommen wurde, sollte dennoch eine Chance auf vollständige Ausheilung nach einem längeren Zeitraum gegeben werden. Nach Ørstavik (117) kann bei einem Großteil der Zähne mit Aufhellungen im Bereich der Wurzelspitze, die nach einem Jahr einen Heilungsfortschritt aufweisen, von einer späteren vollständigen Ausheilung der Läsion ausgegangen werden.

Bei dem dritten Patienten (33) wurde eine endodontische Revisionsbehandlung an Zahn 46 durchgeführt, nach dem der Versuch einer initialen endodontischen Behandlung durch den HZA gescheitert war. Es zeigten sich im Ausgangsbefund ausgeprägte periapikale Läsionen an beiden Wurzelspitzen (PAI-Score 4). Während der orthograden Behandlung stellten sich vor allem im apikalen Bereich extrem kalzifizierte Kanal-

systeme dar. Obwohl eine deutliche Besserung hinsichtlich der Qualität der Wurzelkanalfüllung verzeichnet werden konnte, zeigte sich in der Kontrollaufnahme nach 5 Jahren lediglich eine verkleinerte periapikale Läsion (PAI-Score 3). Ferner wies die postoperative Versorgung einen ausgeprägten Randspalt auf (RCS-Score Grad 2). Laut einer entsprechenden Untersuchung von Lustmann et al. (97) könnte dies zum Scheitern der Therapie beigetragen haben. Ray & Trope (124) konnten sogar belegen, dass die Qualität der restaurativen Versorgung einen größeren Einfluss auf das Ergebnis der Therapie hat als die Qualität der endodontischen Behandlung. Schlechte Versorgungen und gute endodontische Behandlungen zeigten häufiger Läsionen als schlecht endodontisch behandelte Zähne mit guter Versorgung. Die Behandlung wurde somit als Misserfolg gewertet. Eine Wurzelspitzenresektion wurde nicht durchgeführt.

Im Fall des vierten Patienten (48) wurde bei einer persistierenden periapikalen Läsion (PAI-Score 3) an Zahn 25 ebenfalls eine orthograde endodontische Revisionsbehandlung durchgeführt. Bei der Nachuntersuchung zeigte sich, dass der Zahn zwischenzeitlich durch den HZA extrahiert worden war. Eine neue prothetische Versorgung (Teilprothese) konnte festgestellt werden. Die genauen Gründe für die Extraktion konnten nicht ermittelt werden und die Behandlung wurde somit als Misserfolg gewertet.

Der nächste Zahn (Pat. 53), der einer endodontischen Revisionsbehandlung bedurfte, wies ebenfalls im Ausgangsbefund eine ausgeprägte periapikale Läsion (PAI-Score 4) auf. In der Kontrollaufnahme nach 13 Monaten zeigte sich nur eine geringe Verkleinerung (PAI-Score 3) bei einem LRF-Score Grad 3 (Wurzelkanalfüllung reicht über den röntgenologischen Apex hinaus). Wie zahlreiche Studien (109, 144, 146) belegen konnten, hat eine Überfüllung des Kanalsystems mit Sealmasse, die sich röntgenologisch in sogenannten Puffs darstellen, keinen negativen Einfluss auf den Ausgang einer endodontischen Behandlung. Als Ursache für das Scheitern in diesem Fall kann somit nicht die Länge der Wurzelkanalfüllung herangezogen werden. Vielmehr muss auch hier der geringe Beobachtungszeitraum als negativer Einfluss auf das Endresultat gesehen werden.

Auch beim sechsten Misserfolg (Pat. 59) stellten sich im Bereich der mesialen Wurzel von Zahn 46 zwei apikal blockierte Kanalsysteme dar. Hinsichtlich der Qualität der Wurzelkanalfüllung konnte nur bedingt eine Verbesserung erzielt werden (RF-Score Grad 5). Die anfängliche periapikale Aufhellung (PAI-Score 3) bei unvollständiger Wurzelkanalfüllung des Vorbehandlers wies im Kontrollröntgenbild keine Veränderung auf.

Ein ausgeprägter distaler Parodontaldefekt an Zahn 36, der im Sinne einer kombinierten Paro-Endo-Läsion Grad 3 mit dem distalen Kanalsystem kommunizierte, sowie ein vom Vorbehandler hinterlassenes, frakturiertes Instrument im mesialen Wurzelkanal waren die Gründe für einen Misserfolg beim siebten Fall (Pat. 72).

Beim achten Misserfolg (Pat. 73) wurde eine endodontische Revisionsbehandlung an einem zuvor wurzelspitzenresezierten Zahn 23 durchgeführt. Übereinstimmend mit der Mehrzahl der Fälle wies dieser ebenfalls periapikale Strukturveränderungen mit Mineralverlust im Ausgangsbefund auf (PAI-Score 3). Trotz einer qualitativ sehr hoch erscheinenden Wurzelkanalfüllung - soweit röntgenologisch beurteilbar - musste zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung eine Radioluszenz mit Anzeichen einer Exazerbation (PAI-Score 5) und eine Fistelbildung im vestibulären Bereich zur Kenntnis genommen werden. Mit Sondierungstiefen von  $\geq 9$  mm lag die Vermutung einer Längsfraktur nahe.

Ähnlich wie beim zweiten Fall (Pat. 13) zeigte sich im Ausgangsbefund der letzten beiden Fällen (Pat. 85 und 94) eine chronische apikale Parodontitis mit ausgeprägter Läsion (PAI-Score 4) an den Zähnen 46 und 45. In beiden Fällen konnte lediglich eine Verkleinerung der Läsion bei z.T. sehr guten Wurzelkanalfüllungen (RF-Score Grad 1) - soweit röntgenologisch beurteilbar - verzeichnet werden. Der Beobachtungszeitraum betrug 3 Jahre. So beschrieben einige Autoren, dass nach einem Zeitraum von etwa zwei Jahren die meisten erfolgreich behandelten Fälle bereits vollständig (24) oder weitestgehend ausgeheilt waren (89, 120). Die klinischen Befunde mit Sondierungstiefen von bis zu 5 mm untermauerten lediglich die röntgenologisch gewonnenen Erkenntnisse. Beide Fälle wurden als Misserfolge bewertet.

In weiteren zehn Fällen musste eine Extraktion der endodontisch revisionsbehandelten Zähne festgestellt werden. Die genauen Gründe hierfür konnten den Akteneinträgen der jeweiligen Patientenakte nicht entnommen werden und waren somit nicht bekannt. Neben einer endodontischen Ursache müssen parodontale Erkrankungen oder gar traumatologische Folgen für eine vorangegangene Extraktion in Betracht gezogen werden. Ebenfalls kann im Rahmen von prospektiv geplanten prothetischen Versorgungsmöglichkeiten die Entfernung von nicht erhaltungswürdigen Zähnen, wie es die Richtlinien des Bundesausschusses der Zahnärzte und Krankenkassen (KZBV) besagt (23), angezeigt sein.

Eine detaillierte Beschreibung der übrigen drei Misserfolge (Pat. 42, 56, 63) kann der exemplarischen Falldokumentation (s. Kapitel 3, 7) entnommen werden.

#### **4.3.15 Behandler**

Kerekes (85), Ingle et al. (82, 83) und Mayhew (103) stellten Unterschiede beim Vergleich der Resultate unterschiedlicher Behandlergruppen fest. Dabei schnitten in der Regel Spezialisten oder von Spezialisten betreute Studenten im universitären Betrieb besser ab als Allgemein Zahnärzte. Zu ähnlichen Erkenntnissen kamen auch Alley et al. (4), die sich speziell dieser Thematik annahmen und die Ergebnisse einer auf Endodontie spezialisierten Praxis und einer nicht spezialisierten Praxis miteinander verglichen. Nach ihrer Studie waren somit nach fünf Jahren 98,1% der endodontischen Behandlungen von Spezialisten als Behandlungserfolg anzusehen, hingegen nur 89,7% derjenigen von Allgemein Zahnärzten, was ihrer Meinung nach an einer geringeren Übung der Generalisten lag. Dennoch ist ein Vergleich absoluter Erfolgszahlen nicht zulässig. Die Washington-Studie betont die großen Unterschiede in der Fallauswahl von zu therapierenden Fällen durch Spezialisten und Generalisten (82, 83). Demnach sei die Anzahl an endodontischen Revisionsbehandlungen im studentischen Behandlungskurs und in der allgemein zahnärztlichen Praxis deutlich geringer, was zum Teil einen erheblichen Einfluss auf das Gesamtergebnis hätte. Als Ursache für Misserfolge sahen Ingle et al. (82, 83) in der Gruppe der Studenten und Generalisten eher im Bereich der



Behandlungsfehler, bei den Spezialisten hingegen eher in der Fallauswahl. Eriksen (48) stellte darüber hinaus Unterschiede bei der Erfolgskontrolle von Behandlungen, die unter strengen Behandlungsprotokollen im universitären Betrieb oder in einer Spezialistenpraxis durchgeführt worden sind und Resultaten von Allgemeinzahnärzten fest. Letztere Gruppe schnitt um etwa 20% schwächer ab als die Gruppe der Spezialisten. Er warnte allerdings vor einem einseitigen Vergleich der Ergebnisse und Schlussfolgerungen der jeweiligen Studien. Nicht alle Forderungen, die in einer von Spezialisten durchgeführten Untersuchung erhoben werden, seien auf den Praxisalltag eines Allgemeinzahnarztes zu übertragen. Er stellte fest, dass von einem rein wirtschaftlich betrachteten Kosten-Nutzen-Standpunkt leichte Fälle vom Allgemeinzahnarzt zu behandeln seien. Bei komplexeren Fällen sei eine Behandlung durch einen Spezialisten jedoch effektiver.

Bezogen auf nicht-chirurgische endodontische Revisionsbehandlungen fand diesbezüglich lediglich eine Untersuchung statt (116). Die Mehrzahl der Studien unterteilte den Ausbildungsgrad der Behandler in Studenten (19, 20, 47, 56, 59, 108, 139, 146), graduierten Studenten bzw. angehende Spezialisten (29, 58) oder Spezialisten (25, 33, 50, 54, 75, 123, 134). Die Behandler zweier Studien setzten sich sowohl aus Studenten und Assistenz Zahnärzten als auch aus Spezialisten (3) und einem Allgemeinzahnarzt (153) zusammen.

In Kontrast zu initialen endodontischen Behandlungen, bei denen Spezialisten und angehende Spezialisten höhere Erfolgsraten gegenüber Studenten erzielten, lagen die ermittelten Erfolgsraten, ungeachtet von strikten oder weniger strikten festgelegten Kriterien, von Spezialisten im Schnitt unter denen von Studenten und Assistenz Zahnärzten bzw. angehenden Spezialisten bei endodontischen Revisionsbehandlungen. Wie bereits weiter oben erwähnt, lassen sich solche Diskrepanzen möglicherweise darauf zurückführen, dass Spezialisten oftmals mit komplexeren biologischen und technischen Problemen, wie z.B. mit Perforationen, Verblockungen, frakturierten Instrumenten oder persistierenden Infektionen konfrontiert werden. Meta-Regressionsanalysen ergaben jedoch, dass der Ausbildungsgrad bzw. die Qualifikation des Behandlers keinen signifikanten Einfluss auf das Behandlungsergebnis von endodontischen Revisions-

behandlungen hat. Da eine weiterführende Analyse nach der Fallkomplexität unterblieb, müssen die zuletzt gewonnen Erkenntnisse mit Vorsicht betrachtet werden (116). Im Vergleich zu den Ergebnissen, welche durch Spezialisten für Endodontie erzielt wurden, zeigt sich, dass die in dieser Studie erzielten Ergebnisse z.T. sehr ähnlich waren oder diese sogar noch übertrafen. So ermittelten Chugal et al. und Hoskinson et al., nach einem durchschnittlichen Beobachtungszeitraum von 4,5 Jahren, eine Erfolgsrate von 78,8 bzw. 78,0%, welche den in dieser Studie ermittelten Erfolgsraten von 75,2% sehr nahe lag. Betrachtete man im Folgenden die Erfolgsquote in Abhängigkeit einer präoperativen periapikalen Läsion, fiel auf, dass die hier gewonnen Ergebnisse von 73,9% deutlich über denen anderer Studien lagen. Während Çaliskan lediglich in 61,9% der behandelten Fälle einen Erfolg verbuchen konnte, betrug die Erfolgsquote bei Chugal et al. 69,8%. In beiden Fällen wurden die endodontischen Revisionsbehandlungen durch Spezialisten durchgeführt. Auch kann sich das Ergebnis dieser Studie absolut mit Ergebnissen messen, die in zahnärztlichen Kassenpraxen erreicht werden. So ermittelten Scheck/Friedland et al. (129) Ergebnisse aus einer zahnärztlichen Landpraxis in Südniedersachsen nach einem Beobachtungszeitraum von einem bis zehn Jahren. Bei einem Kollektiv von 76 Zähnen betrug die Erfolgsrate nur 15,79%. Obwohl das letztgenannte Beispiel sicherlich nicht auf alle Kassenpraxen zutrifft und mit zunehmender Sicherheit stark von dem Behandler beeinflusst wurde, liegt die Vermutung nahe, dass die erzielten Ergebnisse des studentischen Behandlungskurses an der Zahnklinik Marburg besser einzustufen sind als die Ergebnisse aus zahnärztlichen Kassenpraxen.

Da in der vorliegenden Untersuchung alle Behandlungen von Studenten durchgeführt wurden, haben Vergleiche mit Studien, die einen anderen Qualifizierungsgrad angaben, nur eine bedingte Aussagekraft. Vielmehr müssen Studien mit ähnlichen Behandlern für eine Diskussion oder einen Vergleich herangezogen werden (s. Tab. 1.1)

#### 4.3.16 Therapiekonzept

Speziell Kerekas et al. (86) sahen die hohen Erfolgsraten in der standardisierten Behandlungstechnik begründet, welche von den Studenten erlernt und angewendet wurde. Auch die erhöhte Aufmerksamkeit der Studenten während der Behandlung sowie die Kontrollen durch die betreuenden Assistenzzahnärzte und Spezialisten könnten Erklärungen für die hohen Erfolgsraten sein (86). So sahen einige Autoren die Ursache für die guten Überlebensraten endodontisch behandelter Zähne im besonders sorgfältigen Vorgehen und der ausgereiften Therapie an universitären Einrichtungen (32, 86, 139, 141), andere hingegen hielten eher eine Spezialisierung des Behandlers im Bereich der Endodontie für ausschlaggebend (125). Entsprechend der Forderung von Hülsmann (76, 79), der eine Elimination von Bakterien sowie ihrer Abbauprodukte aus dem Wurzelkanalsystem nur unter aseptischen Bedingungen für erfolgversprechend hielt, kam es im Rahmen der endodontischen Therapie zum routinemäßigen Einsatz von Kofferdam und Spüllösungen. In den Studien von Jokinen (84) und Barbakow et al. (6, 7) andererseits wurde kategorisch auf das Anlegen eines Kofferdams verzichtet. Die unter diesen septischen Verhältnissen erzielten Erfolgszahlen von 53 bzw. 59% fielen somit deutlich schwächer aus. Auch die von den Studenten verwandten Spüllösungen wie Natriumhypochlorit (NaOCl), Chlorhexidindigluconat (CHX) und Ethylendiamintetraessigsäure (EDTA) in den jeweiligen Konzentrationen wurden von zahlreichen Autoren empfohlen (10, 94, 95, 102, 138, 139, 145, 160) und trugen zu einem erfolgreichen Ergebnis bei (90). Die von den Studenten verwendete 3%ige Natriumhypochloritlösung weist eine vergleichbare antibakterielle Wirkung wie die empfohlenen 0,5%igen Lösungen auf, zeichnet sich aber durch einen stärker gewebeauflösenden Effekt aus (13). Neben der richtigen Aufbereitungstechnik bildet die Wurzelkanalfüllung einen weiteren Grundstein einer erfolgreichen Behandlung. Mit Ausnahme der Pastentechnik ist mit allen anderen Verfahren grundsätzlich ein vergleichbar gutes Ergebnis zu erzielen (34). Ein adhäsiver koronaler Verschluss verhindert dabei das Eindringen von Mikroorganismen oder Flüssigkeiten und ist somit als reine Präventionsmaßnahme gegen eine Reinfektion des Kanalsystems zu sehen. Um den Zahn jedoch längerfristig zu stabilisieren, bedarf es in den meisten Fällen nach vorangegangener endodontischer Revisionsbehandlung einer definitiven prothetischen

Restauration. Diese sollte wenn möglich zeitnah, sprich nach einer 3-6 monatigen asymptomatischen Verlaufsperiode, angefertigt werden, wie bereits diverse Studien (111, 149) und eine Stellungnahme der DGZMK zur Prognose von Wurzelkanalbehandlungen unterstrichen und forderten (39). Zur langfristigen Kontrolle des Behandlungsergebnisses, sollte gemäß den Richtlinien der DGZMK und ESE der Erfolg über mindestens 4 Jahren in regelmäßigen Abständen klinisch und röntgenologisch überprüft werden (39, 41, 45, 46).

All diese grundlegenden Erkenntnisse der modernen Endodontie sind in der vorliegenden Studie im Behandlungskonzept umgesetzt worden und erklären die hohe Erfolgsrate von endodontischen Revisionsbehandlungen. Ferner ist davon auszugehen, dass die Einhaltung der im Kapitel „Material und Methoden“ beschriebenen Standards die Erfolgsquote der endodontischen Therapie positiv beeinflusst hat.

## 5 Zusammenfassung

Das Ziel der vorliegenden Studie war die retrospektive Auswertung von endodontischen Revisionsbehandlungen, welche in den Jahren 2004 bis 2007 durch studentische Behandler in der Abteilung für Zahnerhaltungskunde der Philipps-Universität Marburg durchgeführt worden sind. Als Erfolg wurden diejenigen Zähne gewertet, bei denen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung weder Beschwerden noch röntgenologisch manifeste Aufhellungen ( $\text{PAI} \leq 2$ ) vorhanden waren. Die Auswertung der postoperativen Kontrollaufnahmen erfolgte durch zwei unabhängige und im Vorfeld kalibrierte Untersucher ( $\kappa=0,812-0,975$ ). Das Gesamtkollektiv umfasste insgesamt 133 endodontisch revisionsbehandelte Zähne (219 Wurzeln und 267 Kanäle) von 120 Patienten. Das Alter des Patientenkollektivs variierte dabei zwischen 16 und 83 Jahren. Es wurden geringfügig mehr Männer (53,4%) als Frauen (46,6%) behandelt. Die Verteilung der revisionsbehandelten Zähne auf beide Kiefer war nahezu paritätisch. Frontzähne unterlagen mit 24,8% sehr viel seltener einer endodontischen Revisionsbehandlung als Seitenzähne (75,2%). Bezogen auf die Anzahl der ausgewerteten Zähne lag die erzielte Recallrate in der vorliegenden Studie bei 77,2% ( $n=95$ ). 28 behandelte Zähne (46 Wurzeln und 55 Kanäle) konnten aus diversen Gründen nicht ausgewertet werden. In 10 Fällen lag keine Nachuntersuchung vor, da diese Zähne zwischenzeitlich extrahiert worden waren. Die ermittelte Gesamterfolgsrate lag bei 75,2%. Unter Ausschluss der bereits bekannten Extraktionsfälle ( $n=10$ ) konnte eine Erfolgsquote von insgesamt 83,2% verzeichnet werden. Bei 14 Patienten konnte eine Persistenz der präoperativ vorhandenen periapikalen Läsion beobachtet werden, die in 3 Fällen jedoch ein so fortgeschrittenes Heilungsstadium aufwiesen (PAI-Score  $<$ , vollständige klinische Symptombefreiheit), dass hier ein relativer Erfolg („funktionell“) vorlag. Damit ergab sich eine relative Erfolgsrate von 86,4%. Es zeigte sich, dass besonders häufig bei den zweiten Prämolaren ein Misserfolg zu beobachten war. Insgesamt betrachtet machten die Seitenzähne ( $n=19$ ) sehr viel öfter einen Misserfolg aus als die Frontzähne ( $n=4$ ). Der Geschlechtervergleich zeigte, dass bei weiblichen Patienten eher ein Erfolg zu verzeichnen war als bei männlichen Patienten. Weder dem Alter ( $p=0,129$ ) noch dem

Geschlecht ( $p=0,217$ ) konnten statistisch signifikante Einflüsse auf den Erfolg oder Misserfolg der vorgenommenen endodontischen Therapie zugesprochen werden. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung konnte in 54,7% ( $n=52$ ) der Fälle eine indirekte Restauration vorgefunden werden. Die Art der Restauration hatte keine statistische Signifikanz auf das Endresultat der Behandlung ( $p=0,068$ ). Ebenfalls zeigte sich keine statistische Signifikanz hinsichtlich des röntgenologischen koronalen Status (RCS-Score), welcher die Qualität der vorhandenen Restauration - soweit röntgenologisch beurteilbar - wiedergibt. Der röntgenologische koronale Status (RCS-Score) unterschied sich allerdings im Vorher-Nachher-Vergleich signifikant ( $p=0,017$ ). Hinsichtlich der Länge der Wurzelkanalfüllung (LRF-Score; Unter- oder Überstopfung des Kanalsystems) konnte ein statistisch signifikanter Einfluss ( $p=0,012$ ) auf das Behandlungsergebnis festgestellt werden. Ein Blick auf die absoluten Zahlen zeigte, dass im Vergleich zur röntgenologischen Ausgangssituation der prozentuelle Anteil an zu kurzen Wurzelkanalfüllungen von ursprünglich 60,9% ( $n=81$ ) auf 18,9% ( $n=18$ ) signifikant gesenkt werden konnte ( $p<0,001$ ). In 71,6% ( $n=68$ ) der ausgewerteten Fälle endete die Wurzelkanalfüllung wie gefordert 0-2 mm vor dem röntgenologischen Apex. Der prozentuelle Anteil an homogen gefüllten Wurzelkanälen (Grad 1) betrug zum Zeitpunkt des Recalls 82,1% ( $n=78$ ) und machte im Vergleich zur röntgenologischen Ausgangssituation (24,8%,  $n=33$ ) einen deutlich höheren Wert aus. Die Homogenität bzw. Kompaktion der Wurzelkanalfüllung (HRF-Score) wirkte sich ebenfalls signifikant auf das Behandlungsergebnis aus ( $p=0,001$ ). Auch hatte die Qualität der Wurzelkanalfüllung (RF-Score) einen statistisch signifikanten Einfluss auf den Erfolg bzw. Misserfolg der endodontischen Revisionsbehandlung ( $p=0,019$ ). Der Anteil an Zähnen, welche zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung einen RF-Score Grad 5 (mangelhafte Qualität) aufwiesen, betrug lediglich 3,2% ( $n=3$ ) und war somit im Verhältnis zur röntgenologischen Ausgangssituation mit 69 (51,9%) RF-Score Grad 5 Zähnen verschwindend gering. 88 (83,8%) der 105 ausgewerteten Zähne wiesen im Ausgangsbefund eine periapikale Läsion auf. Während die Misserfolgsrate bei präoperativ vorhandener periapikaler Aufhellung in dieser Studie 26,1% betrug, lag diese bei Abwesenheit einer periapikalen Läsion lediglich bei 17,6%. Ein signifikanter Einfluss auf das Resultat des Behandlungsergebnisses konnte diesem Parameter nicht zugesprochen werden ( $p=0,458$ ).

## 5.1 Summary

The aim of this study was the retrospective evaluation of endodontic retreatments, which were carried out by undergraduate dental students in the Department of Restorative Dentistry, Philipps-University of Marburg between 2004 and 2007. Success was defined as the absence of symptoms and radiolucency ( $\text{PAI} \leq 2$ ) at follow-up. The evaluation of postoperative radiographs were graded by two independent, calibrated examiners ( $\kappa=0,812-0,975$ ). A total of 120 patients with 133 endodontically retreated teeth (219 roots and 267 root canals) comprised the study population. The patients' age ranged from 16 to 83 years. Slightly more male (53.4%) than female patients (46.6%) were treated. The retreated teeth were nearly evenly distributed to both jaws. Significantly less anterior teeth (24.8%) than posterior teeth (75.2%) were subject to endodontic retreatment. Based on the number of teeth re-examined, a recall rate of 77.2% ( $n=95$ ) was achieved in the present study. 28 treated teeth (46 roots and 55 root canals) could not be followed-up (dropout) due to various reasons. In 10 cases, the teeth had been extracted. The exclusion of these cases seemed useful for the calculation of the recall rate. The determined over-all success rate was 75.2%. By excluding the previously known cases of extraction ( $n=10$ ), an overall success rate of 83.2% could be recorded. Persistence of the preoperative periapical lesion was observed in 14 patients. However, three of those cases showed such an advanced stage of healing (PAI score  $<$ , completely asymptomatic), that a relative success ("functional") was defined. Thus, there was a relative success rate of 86.4%. It was found that failure was most frequently observed in second premolars. Overall, more posterior ( $n=19$ ) than anterior teeth ( $n=4$ ) failed. The gender comparison showed that a success was more likely to be recorded in female than in male patients. Neither age ( $p=0.129$ ) nor gender ( $p=0.217$ ) significantly affected success or failure of endodontic retreatment. In 54.7% ( $n=52$ ) of the cases, an indirect restoration could be found at follow-up. The type of restoration had no statistical significance on the final result of treatment ( $p=0.068$ ). Further, there was no statistical significance in terms of coronal radiographic status (RCS score), which reflects the quality of an existing restoration - as far as radiographically assessable.

However, the coronal radiographic status (RCS score) differed significantly in the before and after comparison ( $p=0.017$ ).

Regarding the length of the root canal filling (LRF score; over- and underfilling of the root canal system), there was a statistically significant influence ( $p=0.012$ ) on the treatment result. The absolute figures showed that, compared to the radiographic baseline, the percentage of short root canal fillings could be reduced significantly ( $p<0.001$ ) from originally 60.9% ( $n=81$ ) to finally 18.9% ( $n=18$ ). In 71.6% ( $n=68$ ) of the followed-up cases, the root canal filling ended 0-2 mm from the radiographic apex, as requested by the literature. The percentage of homogeneously filled root canals (grade 1) was 82.1% ( $n=78$ ) at follow-up and showed a significantly higher value in comparison to the radiographic baseline (24.8%,  $n=33$ ). The effect of homogeneity or compaction of the root canal filling (HRF score) was significant ( $p=0.001$ ) for treatment outcome. The quality of the root canal filling (RF score) also demonstrated a statistically significant impact on the success or failure of endodontic retreatment ( $p=0.019$ ). The proportion of teeth, which were evaluated with RF score grade 5 (poor quality) at follow-up, amounted to only 3.2% ( $n=3$ ) and was therefore vanishingly small in relation to the radiological baseline (69 (51.9%) RF score grade 5 teeth). 88 (83.8%) of the 105 evaluated teeth showed a periapical radiolucency at baseline. While the failure rate amounted to 26.1% in cases with preoperative periapical radiolucency, it was only 17.6% in cases without periapical radiolucency. A significant influence on the outcome of treatment could not be attributed to this parameter ( $p=0.458$ ).

In conclusion, this study demonstrates that factors such as the “length”, “homogeneity” and “quality of root canal fillings” can influence the results of endodontic retreatment significantly and is therefore in accordance to existing literature. The results of the factors “quality of restoration” and “periapical status” can not be explained conclusively with the existing literature.

Deductively, the treatment results achieved by undergraduate students at the Department of Restorative Dentistry, Center for Dental, Oral and Maxillofacial Surgery, Philipps-University of Marburg, can be considered a long-term tooth-preserving therapy.



## 6 Literaturverzeichnis

1. **Adenubi JO, Rule DC.**  
Success rate for root fillings in young patients. A retrospective analysis of treated cases.  
Br Dent J. 1976 Oct;141(8):237-41.
2. **Allard U, Palmqvist S.**  
A radiographic survey of periapical conditions in elderly people in a Swedish county population.  
Endod Dent Traumatol. 1986 Jun;2(3):103-8.
3. **Allen RK, Newton CW, Brown CE, Jr.**  
A statistical analysis of surgical and nonsurgical endodontic retreatment cases.  
J Endod. 1989 Jun;15(6):261-6.
4. **Alley BS, Kitchens GG, Alley LW, Eleazer PD.**  
A comparison of survival of teeth following endodontic treatment performed by general dentists or by specialists.  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2004 Jul;98(1):115-8.
5. **Apt H, Dyrna G, Nitzsche W, Vokler J.**  
Mathematical-statistical evidence of clinico-radiographic follow-up studies of root canal therapy.  
Zahn Mund Kieferheilkd Zentralbl. 1975;63(8):819-22.
6. **Barbakow FH, Cleaton-Jones P, Friedman D.**  
An evaluation of 566 cases of root canal therapy in general dental practice.  
1. Diagnostic criteria and treatment details.  
J Endod. 1980 Feb;6(2):456-60.

7.     **Barbakow FH, Cleaton-Jones P, Friedman D.**  
An evaluation of 566 cases of root canal therapy in general dental practice. 2.  
Postoperative observations.  
J Endod. 1980 Mar;6(3):485-9.
  
8.     **Bargholz C, Hör D, Zirkel C.**  
Praxisleitfaden Endodontie:  
Elsevier, Urban und Fischer; 2006.
  
9.     **Barone C, Dao TT, Basrani BB, Wang N, Friedman S.**  
Treatment outcome in endodontics: the Toronto study--phases 3, 4, and 5: apical  
surgery.  
J Endod. 2010 Jan;36(1):28-35. Epub .
  
10.    **Basrani B, Santos JM, Tjaderhane L, Grad H, Gorduysus O, Huang J, et al.**  
Substantive antimicrobial activity in chlorhexidine-treated human root dentin.  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2002 Aug;94(2):240-5.
  
11.    **Basrani BR, Manek S, Sodhi RN, Fillery E, Manzur A.**  
Interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate.  
J Endod. 2007 Aug;33(8):966-9. Epub 2007 May 18.
  
12.    **Baumann MA, Beer R.**  
Revision endodontischer Behandlungen.  
Farbatlant der Zahnmedizin. Endodontologie. 2. ed:  
Thieme Georg Verlag; 2007.
  
13.    **Baumgartner JC, Cuenin PR.**  
Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal  
irrigation.  
J Endod. 1992 Dec;18(12):605-12.

14. **Bender IB, Seltzer S, Soltanoff W.**  
Endodontic success--a reappraisal of criteria. I.  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1966 Dec;22(6):780-9.
15. **Bender IB, Seltzer S, Soltanoff W.**  
Endodontic success--a reappraisal of criteria. II.  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1966 Dec;22(6):790-802.
16. **Bender IB, Seltzer S, Turkenkopf S.**  
To culture or not to culture?  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1964 Oct;18:527-40.
17. **Bergenholtz G.**  
Biologische Grundlagen der Endodontie.  
Dtsch Zahnärztl Z. 1990 Apr;45(4):187-91.
18. **Bergenholtz G, Hörsted-Bindslev P, Reit C.**  
Textbook of Endodontology:  
Blackwell Munksgaard; 2003.
19. **Bergenholtz G, Lekholm U, Milthon R, Engstrom B.**  
Influence of apical overinstrumentation and overfilling on re-treated root canals.  
J Endod. 1979 Oct;5(10):310-4.
20. **Bergenholtz G, Lekholm U, Milthon R, Heden G, Odesjo B, Engstrom B.**  
Retreatment of endodontic fillings.  
Scand J Dent Res. 1979 Jun;87(3):217-24.
21. **Bhaskar SN.**  
Oral surgery--oral pathology conference No. 17, Walter Reed Army Medical Center. Periapical lesions--types, incidence, and clinical features.  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1966 May;21(5):657-71.

22. **Borchert J.**  
Untersuchungen über Häufigkeit und Qualität von Wurzelkanalfüllungen in den Jahren 1983-1991 anhand von Orthopanthomogrammen [Med. Diss.].  
Gießen 1993.
23. **Bundesvereinigung K.**  
Richtlinien des Bundesausschusses der Zahnärzte und Krankenkassen:  
KZBV; 2002.
24. **Bystrom A, Happonen RP, Sjogren U, Sundqvist G.**  
Healing of periapical lesions of pulpless teeth after endodontic treatment with controlled asepsis.  
Endod Dent Traumatol. 1987 Apr;3(2):58-63.
25. **Caliskan MK.**  
Nonsurgical retreatment of teeth with periapical lesions previously managed by either endodontic or surgical intervention.  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2005 Aug;100(2):242-8.
26. **Caliskan MK, Sen BH.**  
Endodontic treatment of teeth with apical periodontitis using calcium hydroxide: a long-term study.  
Endod Dent Traumatol. 1996 Oct;12(5):215-21.
27. **Caplan DJ, Weintraub JA.**  
Factors related to loss of root canal filled teeth.  
J Public Health Dent. 1997 Winter;57(1):31-9.
28. **Castellucci A.**  
Nonsurgical Endodontic Retreatment.  
Endodontics:  
Il Tridente; 2005.

29. **Chugal NM, Clive JM, Spangberg LS.**  
A prognostic model for assessment of the outcome of endodontic treatment:  
Effect of biologic and diagnostic variables.  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2001 Mar;91(3):342-52.
  
30. **Cohen S, Hargreaves KM.**  
Nonsurgical Retreatment.  
Pathways of the Pulp. 9. ed:  
Elsevier Mosby; 2006.
  
31. **Cox CF, Keall CL, Keall HJ, Ostro E, Bergenholtz G.**  
Biocompatibility of surface-sealed dental materials against exposed pulps.  
J Prosthet Dent. 1987 Jan;57(1):1-8.
  
32. **Dammaschke T, Steven D, Kaup M, Ott KH.**  
Long-term survival of root-canal-treated teeth: a retrospective study over 10  
years.  
J Endod. 2003 Oct;29(10):638-43.
  
33. **Danin J, Stromberg T, Forsgren H, Linder LE, Ramskold LO.**  
Clinical management of nonhealing periradicular pathosis. Surgery versus  
endodontic retreatment.  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1996 Aug;82(2):213-7.
  
34. **Davalou S, Gutmann JL, Nunn MH.**  
Assessment of apical and coronal root canal seals using contemporary  
endodontic obturation and restorative materials and techniques.  
Int Endod J. 1999 Sep;32(5):388-96.

35. **de Chevigny C, Dao TT, Basrani BR, Marquis V, Farzaneh M, Abitbol S, et al.**  
Treatment outcome in endodontics: the Toronto study--phases 3 and 4:  
orthograde retreatment.  
J Endod. 2008 Feb;34(2):131-7.
36. **De Moor RJ, Hommez GM, De Boever JG, Delme KI, Martens GE.**  
Periapical health related to the quality of root canal treatment in a Belgian  
population. Int Endod J. 2000 Mar;33(2):113-20.
37. **De Quadros I, Gomes BP, Zaia AA, Ferraz CC, Souza-Filho FJ.**  
Evaluation of endodontic treatments performed by students in a Brazilian Dental  
School.  
J Dent Educ. 2005 Oct;69(10):1161-70.
38. **DGP.**  
Neue verbesserte Nomenklatur für die Parodontopathien.  
Dtsch Zahnärztl Z. 1987;42:851-4.
39. **DGZMK.**  
Wissenschaftliche Stellungnahme: Zur Prognose von Wurzelkanalbehandlungen.  
Dtsch Zahnärztl Z. 2001;56:206-7.
40. **DGZMK.**  
Wissenschaftliche Stellungnahme: Revision einer Wurzelkanalbehandlung.  
Dtsch. Zahnärztl Z. 2004; 59:242-3
41. **DGZMK.**  
"Good clinical practice": Die Wurzelkanalbehandlung.  
Dtsch Zahnärztl Z. 2005;60:8.

42. **Dugas NN, Lawrence HP, Teplitsky P, Friedman S.**  
Quality of life and satisfaction outcomes of endodontic treatment.  
J Endod. 2002 Dec;28(12):819-27.
  
43. **Eckerbom M, Andersson JE, Magnusson T.**  
Frequency and technical standard of endodontic treatment in a Swedish population.  
Endod Dent Traumatol. 1987 Oct;3(5):245-8.
  
44. **Endodontics AAo.**  
Glossary of Endodontic Terms. 2003.
  
45. **Endodontology ESE.**  
Consensus report of the European Society of Endodontology on quality guidelines for endodontic treatment.  
Int Endod J. 1994 May;27(3):115-24.
  
46. **Endodontology ESE.**  
Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology.  
Int Endod J. 2006 Dec;39(12):921-30.
  
47. **Engström B, Segerstad L, Ramstrom G, Frostell G.**  
Correlation of positive cultures with the prognosis for root canal treatment.  
Odontologisk Revy. 1964;15:257-70.
  
48. **Eriksen HM.**  
Epidemiology of apical Periodontitis.  
Essential endodontology: prevention and treatment of apical periodontitis:  
Blackwell Publishing Oxford; 1998.

49. **Eriksen HM, Kirkevang L, P, K.**  
Endodontic epidemiology and treatment outcome: general considerations.  
Endodontic Topics. 2002 Jul;2:1-9.
50. **Farzaneh M, Abitbol S, Friedman S.**  
Treatment outcome in endodontics: the Toronto study. Phases I and II:  
Orthograde retreatment.  
J Endod. 2004 Sep;30(9):627-33.
51. **Fava LR.**  
Calcium hydroxide in endodontic retreatment after two nonsurgical and two  
surgical failures: report of a case.  
Int Endod J. 2001 Jan;34(1):72-80.
52. **Friedman S.**  
Treatment outcome and prognosis of endodontic therapy.  
Essential Endodontology:  
Blackwell Science Ltd; 1998.
53. **Friedman S.**  
Considerations and concepts of case selection in the management of post-  
treatment endodontic disease (treatment failure).  
Endodontic Topics. 2002 Mar;1:54-78.
54. **Friedman S, Lost C, Zarrabian M, Trope M.**  
Evaluation of success and failure after endodontic therapy using a glass ionomer  
cement sealer.  
J Endod. 1995 Jul;21(7):384-90.
55. **Friedman S, Mor C.**  
The success of endodontic therapy--healing and functionality.  
J Calif Dent Assoc. 2004 Jun;32(6):493-503.



56. **Fristad I, Molven O, Halse A.**  
Nonsurgically retreated root filled teeth--radiographic findings after 20-27 years.  
Int Endod J. 2004 Jan;37(1):12-8.
57. **Fritz UB, Kerschbaum, T.**  
Langzeitverweildauer wurzelkanalgefüllter Zähne.  
Dtsch Zahnärztl Z. 1999;54:262-5.
58. **Gorni FG, Gagliani MM.**  
The outcome of endodontic retreatment: a 2-yr follow-up.  
J Endod. 2004 Jan;30(1):1-4.
59. **Grahnén H, Hansson L.**  
The prognosis of pulp and root canal therapy. A clinical and radiographic follow-up examination.  
Odontologisk Revy. 1961;12:146- 65.
60. **Grossman LI, Shepard LI, Pearson LA.**  
Roentgenologic and clinical evaluation of endodontically treated Teeth.  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1964 Mar;17:368-74.
61. **Gutknecht N, Kaiser F, Hassan A, Lampert F.**  
Long-term clinical evaluation of endodontically treated teeth by Nd:YAG lasers.  
J Clin Laser Med Surg. 1996 Feb;14(1):7-11.
62. **Halse A, Molven O.**  
A strategy for the diagnosis of periapical pathosis.  
J Endod. 1986 Nov;12(11):534-8.
63. **Halse A, Molven O, Grung B.**  
Follow-up after periapical surgery: the value of the one-year control.  
Endod Dent Traumatol. 1991 Dec;7(6):246-50.

64. **Hamp SE, Nyman S, Lindhe J.**  
Periodontal treatment of multirrooted teeth. Results after 5 years.  
J Clin Periodontol. 1975 Aug;2(3):126-35
65. **Harty FJ, Parkins BJ, Wengraf AM.**  
Success rate in root canal therapy. A retrospective study of conventional cases.  
Br Dent J. 1970 Jan 20;128(2):65-70.
66. **Hasselgren G, Olsson B, Cvek M.**  
Effects of calcium hydroxide and sodium hypochlorite on the dissolution of  
necrotic porcine muscle tissue.  
J Endod. 1988 Mar;14(3):125-7.
67. **Held M, Staecker W, Bartsch J.**  
Die Wurzelkanalfüllung und ihre Bedeutung in der Zahnheilkunde.  
Stomatol DDR. 1985;35:166-71.
68. **Heling B, Kischinovsky D.**  
Factors affecting successful endodontic therapy.  
J Br Endod Soc. 1979 Jul;12(2):83-9.
69. **Heling B, Tamshe A.**  
Evaluation of the success of endodontically treated teeth.  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1970 Oct;30(4):533-6.
70. **Hellwig E, Klimek J, Attin T.**  
Einführung in die Zahnerhaltung:  
Deutscher Ärzte-Verlag; 2009.

71. **Hellwig E. KJ, Ahrens G.**  
Dreijährige Erfolgskontrolle von Wurzelbehandlungen aus studentischen Behandlungskursen.  
Dtsch Zahnärztl Z. 1982;37:49-53.
72. **Hepworth MJ, Friedman S.**  
Treatment outcome of surgical and non-surgical management of endodontic failures.  
J Can Dent Assoc. 1997 May;63(5):364-71.
73. **Hoehn MM, Pink FE.**  
Contemporary endodontic retreatments: an analysis based on clinical treatment findings.  
J Endod. 2002 Dec;28(12):834-6.
74. **Hommez GM, Coppens CR, De Moor RJ.**  
Periapical health related to the quality of coronal restorations and root fillings.  
Int Endod J. 2002 Aug;35(8):680-9.
75. **Hoskinson SE, Ng YL, Hoskinson AE, Moles DR, Gulabivala K.**  
A retrospective comparison of outcome of root canal treatment using two different protocols.  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2002 Jun;93(6):705-15.
76. **Hülsmann M.**  
Endodontie:  
Georg Thieme Verlag; 1993.
77. **Hülsmann M.**  
Eine vergleichende Bewertung aktueller Studien zur Erfolgsquote endodontischer Behandlungen.  
Endodontie. 2005;3:231-51.

- 
78. **Hülsmann M, Lorch V, Franz B.**  
Studies on the incidence and quality of root fillings. Evaluation by  
orthopantomograms.  
Dtsch Zahnärztl Z. 1991 Apr;46(4):296-9.
79. **Hülsmann M, Schäfer E.**  
Probleme in der Endodontie: Prävention, Identifikation und Management:  
Quintessenz; 2007.
80. **Imfeld TN.**  
Prevalence and quality of endodontic treatment in an elderly urban population of  
Switzerland.  
J Endod. 1991 Dec;17(12):604-7.
81. **Ingle JJ.**  
Endodontic instruments and instrumentation.  
Dent Clin North Am. 1957;805-22.
82. **Ingle JJ, Beveridge EE, Glick DH, Weichman JA.**  
Modern endodontic therapy.  
Endodontics. 4. ed:  
Lea & Febinger; 1994.
83. **Ingle JJ, West JD.**  
Obturation of the radicular Space.  
Endodontics. 4. ed:  
Lea & Febinger; 1994.
84. **Jokinen MA, Kotilainen R, Poikkeus P, Poikkeus R, Sarkki L.**  
Clinical and radiographic study of pulpectomy and root canal therapy.  
Scand J Dent Res. 1978 Sep;86(5):366-73.

85. **Kerekes K.**  
Radiographic assessment of an endodontic treatment method.  
J Endod. 1978 Jul;4(7):210-3.
86. **Kerekes K, Tronstad L.**  
Long-term results of endodontic treatment performed with a standardized technique.  
J Endod. 1979 Mar;5(3):83-90.
87. **Kirkevang L-L, Horsted-Bindslev P.**  
Technical aspects of treatment in relation to treatment outcome.  
Endodontic Topics. 2002 Jul;2:89-102.
88. **Kirkevang LL, Vaeth M, Horsted-Bindslev P, Wenzel A.**  
Longitudinal study of periapical and endodontic status in a Danish population.  
Int Endod J. 2006 Feb;39(2):100-7.
89. **Klevant FJ, Eggink CO.**  
The effect of canal preparation on periapical disease.  
Int Endod J. 1983 Apr;16(2):68-75.
90. **Kostbahn W.**  
Retrospektive Auswertung in einer endodontischen Privatpraxis behandelter Patienten [Med. Diss.]. Würzburg 2004.
91. **Kvist T, Reit C.**  
Results of endodontic retreatment: a randomized clinical study comparing surgical and nonsurgical procedures.  
J Endod. 1999 Dec;25(12):814-7.

92. **Kvist T, Reit C.**  
Postoperative discomfort associated with surgical and nonsurgical endodontic retreatment.  
Endod Dent Traumatol. 2000 Apr;16(2):71-4.
93. **Leuenberg A.**  
Erfolg endodontischer Behandlungen nach 10 Jahren: eine retrospective Studie [Med. Diss.]. Berlin 2004.
94. **Lin LM, Skribner JE, Gaengler P.**  
Factors associated with endodontic treatment failures.  
J Endod. 1992 Dec;18(12):625-7.
95. **Loel DA.**  
Use of acid cleanser in endodontic therapy.  
J Am Dent Assoc. 1975 Jan;90(1):148-51.
96. **Love RM, Firth N.**  
Histopathological profile of surgically removed persistent periapical radiolucent lesions of endodontic origin.  
Int Endod J. 2009 Mar;42(3):198-202.
97. **Lustmann J, Friedman S, Shaharabany V.**  
Relation of pre- and intraoperative factors to prognosis of posterior apical surgery.  
J Endod. 1991 May;17(5):239-41.
98. **LZ. S.**  
The dependence of the results of pulp therapy on certain factors: an analytical study based on radiographic and clinical follow-up examinations.  
Acta Odont Scand. 1956;14(21):1-175.

99. **Löst C, Weiger R, Axmann-Krcmar D.**  
Prognose von Wurzelkanalbehandlungen unter Anwendung der lateralen Kondensationstechnik und eines Glasionomerzementsealers.  
Dtsch Zahnärztl Z. 1995;50:897-901.
100. **Main C, Mirzayan N, Shabahang S, Torabinejad M.**  
Repair of root perforations using mineral trioxide aggregate: a long-term study.  
J Endod. 2004 Feb;30(2):80-3.
101. **Marending M, Peters OA, Zehnder M.**  
Factors affecting the outcome of orthograde root canal therapy in a general dentistry hospital practice.  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2005 Jan;99(1):119-24.
102. **Matsumoto T, Nagai T, Ida K, Ito M, Kawai Y, Horiba N, et al.**  
Factors affecting successful prognosis of root canal treatment.  
J Endod. 1987 May;13(5):239-42.
103. **Mayhew RB, Sree TA, Johnson CW, Markins SR.**  
Quality of obturation in student cases instructed by endodontic versus general dentistry faculty.  
J Endod. 1999 Jun;25(6):461-3.
104. **Meeuwissen R, Eschen S.**  
Twenty years of endodontic treatment.  
J Endod. 1983 Sep;9(9):390-3.
105. **Molander A, Caplan D, Bergenholtz G, Reit C.**  
Improved quality of root fillings provided by general dental practitioners educated in nickel-titanium rotary instrumentation.  
Int Endod J. 2007 Apr;40(4):254-60. Epub 2007 Feb 8.

106. ***Molven O.***  
The frequency, technical standard and results of endodontic therapy.  
Nor Tannlaegeforen Tid. 1976 Apr;86(4-1):142-7.
107. ***Molven O.***  
Tooth mortality and endodontic status of a selected population group.  
Observations before and after treatment.  
Acta Odontol Scand. 1976;34(2):107-16.
108. ***Molven O, Halse A.***  
Success rates for gutta-percha and Kloroperka N-0 root fillings made by  
undergraduate students: radiographic findings after 10-17 years.  
Int Endod J. 1988 Jul;21(4):243-50.
109. ***Molven O, Halse A, Grung B.***  
Observer strategy and the radiographic classification of healing after endodontic  
surgery.  
Int J Oral Maxillofac Surg. 1987 Aug;16(4):432-9.
110. ***Molven O, Halse A, Grung B.***  
Surgical management of endodontic failures: indications and treatment results.  
Int Dent J. 1991 Feb;41(1):33-42.
111. ***Nagasiri R, Chitmongkolsuk S.***  
Long-term survival of endodontically treated molars without crown coverage:  
a retrospective cohort study.  
J Prosthet Dent. 2005 Feb;93(2):164-70.
112. ***Nair PN.***  
New perspectives on radicular cysts: do they heal?  
Int Endod J. 1998 May;31(3):155-60.



113. **Nair PN.**  
On the causes of persistent apical periodontitis: a review.  
Int Endod J. 2006 Apr;39(4):249-81.
114. **Nair PN, Sjogren U, Figdor D, Sundqvist G.**  
Persistent periapical radiolucencies of root-filled human teeth, failed endodontic treatments, and periapical scars.  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1999 May;87(5):617-27.
115. **Nair PN, Sjogren U, Krey G, Kahnberg KE, Sundqvist G.**  
Intraradicular bacteria and fungi in root-filled, asymptomatic human teeth with therapy-resistant periapical lesions: a long-term light and electron microscopic follow-up study.  
J Endod. 1990 Dec;16(12):580-8.
116. **Ng YL, Mann V, Gulabivala K.**  
Outcome of secondary root canal treatment: a systematic review of the literature.  
Int Endod J. 2008 Dec;41(12):1026-46.
117. **Orstavik D.**  
Time-course and risk analyses of the development and healing of chronic apical periodontitis in man.  
Int Endod J. 1996 May;29(3):150-5.
118. **Orstavik D, Horsted-Bindslev P.**  
A comparison of endodontic treatment results at two dental schools.  
Int Endod J. 1993 Nov;26(6):348-54.
119. **Orstavik D, Kerekes K, Eriksen HM.**  
The periapical index: a scoring system for radiographic assessment of apical periodontitis.  
Endod Dent Traumatol. 1986 Feb;2(1):20-34.

120. **Orstavik D, Kerekes K, Eriksen HM.**  
Clinical performance of three endodontic sealers.  
Endod Dent Traumatol. 1987 Aug;3(4):178-86.
  
121. **Orstavik D, Qvist V, Stoltze K.**  
A multivariate analysis of the outcome of endodontic treatment.  
Eur J Oral Sci. 2004 Jun;112(3):224-30.
  
122. **Parchami S.**  
Der Einfluss verschiedener Parameter auf den klinischen Langzeiterfolg von Wurzelfüllungen am Zentrum für ZMK der Philipps-Universität Marburg als Beitrag zur internen Qualitätssicherung [Med. Diss.]. Marburg 2011.
  
123. **Pekruhn RB.**  
The incidence of failure following single-visit endodontic therapy.  
J Endod. 1986 Feb;12(2):68-72.
  
124. **Ray HA, Trope M.**  
Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration.  
Int Endod J. 1995 Jan;28(1):12-8.
  
125. **Rocke H, Kerschbaum, T., Fehn, C.**  
Zur Verweildauer wurzelkanalbehandelter Zähne.  
Dtsch Zahnärztl Z. 1997;52:783-6.
  
126. **Rud J, Andreasen JO, Jensen JE.**  
A follow-up study of 1,000 cases treated by endodontic surgery.  
Int J Oral Surg. 1972;1(4):215-28.

127. **Rud J, Andreasen JO, Jensen JE.**  
Radiographic criteria for the assessment of healing after endodontic surgery.  
Int J Oral Surg. 1972;1(4):195-214.
128. **Salehrabi R, Rotstein I.**  
Endodontic treatment outcomes in a large patient population in the USA: an epidemiological study.  
J Endod. 2004 Dec;30(12):846-50.
129. **Scheck/Friedland A, Gängler P.**  
Orthograde Revisionen von Wurzelkanalfüllungen.  
Endodontie Journal. 2007;1:10-6.
130. **Schilder H.**  
Preparation of the root canal.  
Mondo Odontostomatol. 1976 Mar-Apr;18(2):8-34.
131. **Schlösser R, Kerschbaum T, Ahrens FJ, Cramer M.**  
Überlebensraten von Teil- und Vollgusskronen.  
Dtsch Zahnärztl Z. 1993;48:696-8.
132. **Schmalbruch A.**  
Behandlungsdauer von Wurzelkanalbehandlungen, Recallfrequenz sowie Verweildauer wurzelkanalbehandelter Zähne: Eine retrospektive, statistische Studie [Med. Diss.]. Gießen2007.
133. **Schmeißer K.**  
Retrospektive Evaluation von in den Jahren 1990 und 1991 in vivo gelegten Wurzelfüllungen [Med. Diss.]. Marburg2001.

134. **Selden HS.**  
Pulpoperiapical disease: diagnosis and healing. A clinical endodontic study.  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1974 Feb;37(2):271-83.
  
135. **Seltzer S, Bender IB, Smith J, Freedman I, Nazimov H.**  
Endodontic failures--an analysis based on clinical, roentgenographic, and histologic findings. I.  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1967 Apr;23(4):500-16.
  
136. **Seltzer S, Bender IB, Smith J, Freedman I, Nazimov H.**  
Endodontic failures--an analysis based on clinical, roentgenographic, and histologic findings. II.  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1967 Apr;23(4):517-30.
  
137. **Seltzer S, Bender IB, Turkenkopf S.**  
Factors affecting successful repair after root canal therapy.  
J Am Dent Assoc. 1963 Nov;67:651-62.
  
138. **Sjogren U, Figdor D, Persson S, Sundqvist G.**  
Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis.  
Int Endod J. 1997 Sep;30(5):297-306.
  
139. **Sjogren U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K.**  
Factors affecting the long-term results of endodontic treatment.  
J Endod. 1990;16(10):498-504.
  
140. **Spili P, Parashos P, Messer HH.**  
The impact of instrument fracture on outcome of endodontic treatment.  
J Endod. 2005 Dec;31(12):845-50.

141. **Stabholz A, Friedman S, Seltzer R, Azaz B.**  
Maintenance of pulp vitality following surgical removal of a symptomatic cementoma.  
J Endod. 1988 Jan;14(1):43-6.
  
142. **Steven D.**  
Langzeitverweildauer wurzelkanalgefüllter Zähne: eine retrospektive Studie über 10 Jahre [Med. Diss.]. Münster 2001.
  
143. **Stoll R, Betke K, Stachniss V.**  
The influence of different factors on the survival of root canal fillings: a 10-year retrospective study.  
J Endod. 2005 Nov;31(11):783-90.
  
144. **Storms JL.**  
Factors that influence the success of endodontic treatment.  
J Can Dent Assoc (Tor). 1969 Feb;35(2):83-97.
  
145. **Strindberg L.**  
The dependence of the results of root canal therapy on certain factors. An analytic study based on radiographic and clinical follow-up examinations.  
Acta Odontol Scand. 1956;14(21):1.
  
146. **Sundqvist G.**  
Taxonomy, ecology, and pathogenicity of the root canal flora.  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1994 Oct;78(4):522-30.
  
147. **Sundqvist G, Figdor D, Persson S, Sjogren U.**  
Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment.  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1998 Jan;85(1):86-93.

148. **Swartz DB, Skidmore AE, Griffin JA, Jr.**  
Twenty years of endodontic success and failure.  
J Endod. 1983 May;9(5):198-202.
149. **Teeuwen R.**  
Extraktionen endodontisch behandelter Zähne.  
Die Dental Praxis. 2004;7/8:215-9.
150. **Tekyatan H, Speich B, Willershausen B, Krummenauer F, Briseno B.**  
Retrospektive Studie zu der Endodontie und der definitiven Versorgung an 728  
endodontisch behandelten Zähnen.  
Dtsch Zahnärztl Z. 2004;59:655-61.
151. **Thoma M.**  
Endo-Revision - ganz Einfach!  
BZB Bayer Zahnarztl. 2004;9:47-8
152. **Torabinejad M, Skobe Z, Trombly PL, Krakow AA, Gron P, Marlin J.**  
Scanning electron microscopic study of root canal obturation using  
thermoplasticized gutta-percha.  
J Endod. 1978;4(8):245-50.
153. **Tronstad L, Barnett F, Cervone F.**  
Periapical bacterial plaque in teeth refractory to endodontic treatment.  
Endod Dent Traumatol. 1990 Apr;6(2):73-7.
154. **Turkun M, Cengiz T.**  
The effects of sodium hypochlorite and calcium hydroxide on tissue dissolution  
and root canal cleanliness.  
Int Endod J. 1997 Sep;30(5):335-42.

155. **Van Nieuwenhuysen JP, Aouar M, D'Hoore W.**  
Retreatment or radiographic monitoring in endodontics.  
Int Endod J. 1994 Mar;27(2):75-81.
156. **Wang N, Knight K, Dao T, Friedman S.**  
Treatment outcome in endodontics-The Toronto Study.  
Phases I and II: apical surgery.  
J Endod. 2004 Nov;30(11):751-61.
157. **Wayman BE, Patten JA, Dazey SE.**  
Relative frequency of teeth needing endodontic treatment in 3350 consecutive  
endodontic patients.  
J Endod. 1994 Aug;20(8):399-401.
158. **Weiger R, Hitzler S, Hermle G, Lost C.**  
Periapical status, quality of root canal fillings and estimated endodontic  
treatment needs in an urban German population.  
Endod Dent Traumatol. 1997 Apr;13(2):69-74.
159. **Wermke A.**  
Untersuchungen über Häufigkeit und Qualität von Wurzelkanalfüllungen bei  
Bundeswehrsoldaten in den Jahren 1995-1997 anhand von  
Orthopanthomogrammen [Med. Diss.]. Gießen 2001.
160. **Wu MK, Shemesh H, Wesselink PR.**  
Limitations of previously published systematic reviews evaluating the outcome  
of endodontic treatment.  
Int Endod J. 2009 Aug;42(8):656-66.

161. **Yusuf H.**  
The significance of the presence of foreign material periapically as a cause of failure of root treatment.  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1982 Nov;54(5):566-74.
  
162. **Zamany A, Safavi K, Spangberg LS.**  
The effect of chlorhexidine as an endodontic disinfectant.  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2003 Nov;96(5):578-81.
  
163. **Zehnder M, Schmidlin P, Sener B, Waltimo T.**  
Chelation in root canal therapy reconsidered.  
J Endod. 2005 Nov;31(11):817-20.
  
164. **Zeldow BI, Ingle JJ.**  
Correlation of the positive culture to the prognosis of endodontically treated teeth: a clinical study.  
J Am Dent Assoc. 1963 Jan;66:9-13.
  
165. **Zuolo ML, Ferreira MO, Gutmann JL.**  
Prognosis in periradicular surgery: a clinical prospective study.  
Int Endod J. 2000 Mar;33(2):91-8.



## 7 Anhang

### 7.1 Exemplarische Falldokumentation

#### A. Allgemeine Daten

<b>Kategorie:</b>	Erfolg
<b>Fall Nr.</b>	49
<b>Geburtsdatum:</b>	10.01.64
<b>Geschlecht:</b>	männlich
<b>Zahn (ISO#)</b>	45
<b>Behandler:</b>	Student
<b>Behandlungsbeginn:</b>	06.07.06
<b>Behandlungsende:</b>	12.07.06
<b>Recall:</b>	29.11.10

#### B. Spezielle Anamnese

- Abklärung akuter Schmerzsymptomatik Unterkiefer rechts
- Z.n. prothetischer Versorgung der Zähne 44 und 45 vor 2 Jahren (HZA)

#### C. Diagnostik

##### *Klinischer Befund*

<b>Perkussion:</b>	++
<b>Palpation:</b>	+
<b>Sensibilität:</b>	-
<b>ST:</b>	n.b.
<b>LG:</b>	0

##### *Radiologischer Befund*

<b>RCS-Score:</b>	1
<b>LRF-Score:</b>	2
<b>HRF-Score:</b>	n.b.
<b>RF-Score:</b>	5
<b>PAI-Score:</b>	4

#### D. Diagnose

**Pulpal:** Endodontisch vorbehandelt

**Periapikal:** Akute apikale Parodontitis

## E. Behandlungsplan

**Empfohlen:** Nicht chirurgische endodontische Revisionsbehandlung

**Alternativ:** Extraktion; festsitzender Zahnersatz (Brücke), Implantat

**Restaurativ:** Adhäsiver Verschluss, ggf. Erneuerung des adhäsiven Aufbaus, Krone

**Prognose:** Gut

## F. Recall

### *Klinischer Befund*

**Perkussion:** -

**Palpation:** -

**ST:** 2 2 2 2

**LG:** 0

### *Radiologischer Befund*

**RCS-Score:** 1

**LRF-Score:** 1

**HRF-Score:** 2

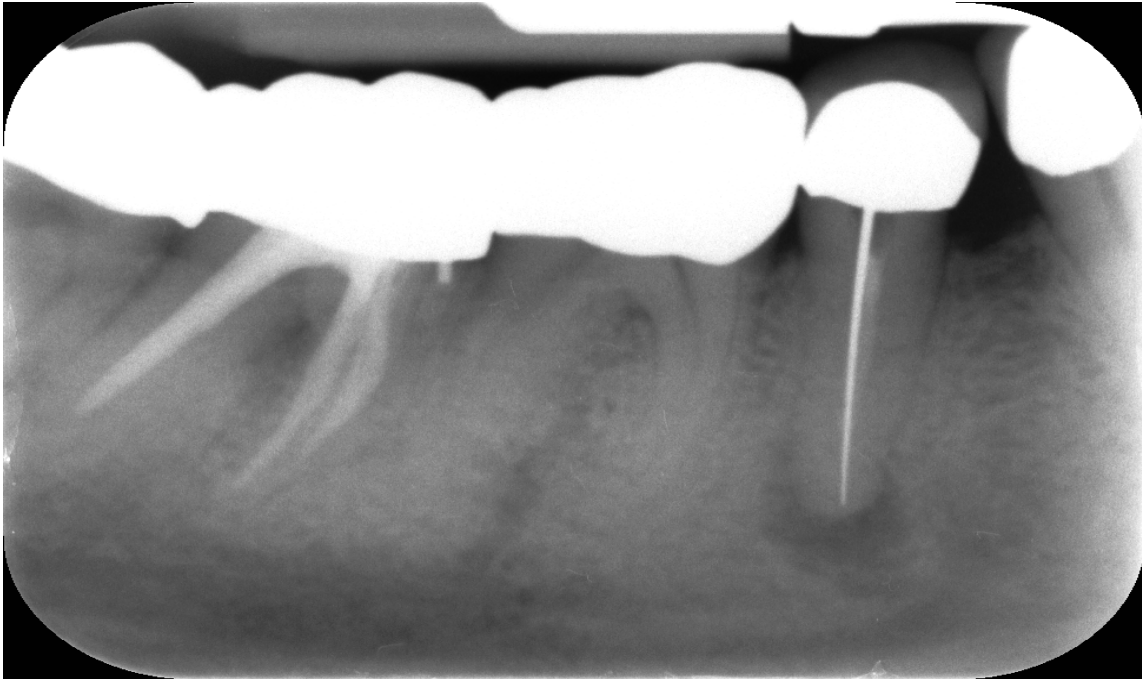
**RF-Score:** 2

**PAI-Score:** 2

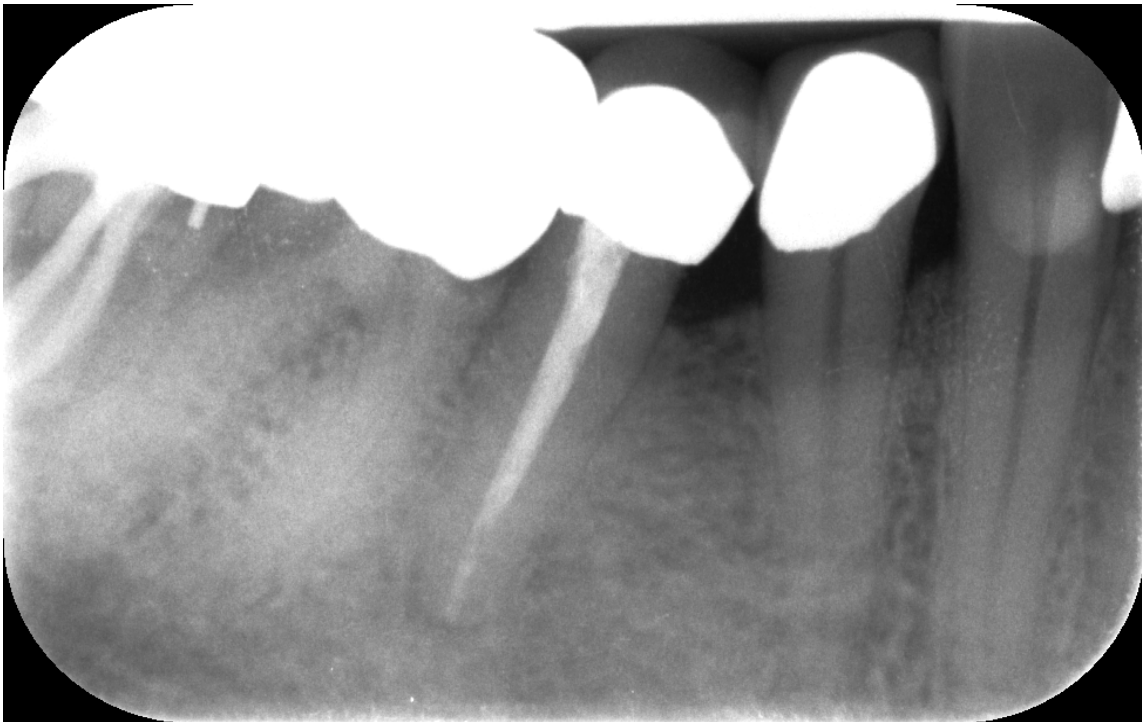
## G Epikrise

Im Rahmen der Behandlungsplanung wurde der nicht chirurgischen endodontischen Revisionsbehandlung gegenüber einer chirurgischen endodontischen Revisionsbehandlung eindeutig der Vorzug gegeben, da das Kanalsystem als durchaus zugänglich empfunden wurde. Aufgrund der vorherig insuffizienten, zu kurzen Wurzelkanalfüllung konnte nicht von einer vollständigen und sorgfältig durchgeführten Wurzelkanalbehandlung ausgegangen werden. Die vermeintlich entstandene periapikale Läsion war dabei nur als Resultat der ehemaligen, unvollständigen Initialbehandlung zu sehen und zeigte, dass das Kanalsystem und umgebende Gewebe einer massiven Keimbelastung unterlag, welches zunächst einer medikamentösen Vorbehandlung mit einem Kalziumhydroxid-Präparat (Calxyl®) bedurfte, bevor die definitive Wurzelkanalfüllung erfolgte. Auf eine Erneuerung der prothetischen Versorgung, konnte aufgrund der bereits vorhandenen, intakten Restauration verzichtet werden.

## H. Röntgenologische Aufnahmen



**Abb. 8.1.:** Intraoperative Nadelmessaufnahme (12.07.06)



**Abb. 8.4.:** Recall (29.11.10)

**A. Allgemeine Daten**

**Kategorie:** Erfolg  
**Fall Nr.:** 5  
**Geburtsdatum:** 20.07.60  
**Geschlecht:** weiblich  
**Zahn (ISO#)** 36  
**Behandler:** Student  
**Behandlungsbeginn:** 23.09.03  
**Behandlungsende:** 12.01.04  
**Recall:** 20.04.10

**B. Spezielle Anamnese**

- Abklärung starker Zahnfleischblutungen im Bereich des Zahnes 36

**C. Diagnostik***Klinischer Befund*

**Perkussion:** -  
**Palpation:** -  
**ST:** 5 2 2 2  
**LG:** 0  
**Restoration:** insuff. Amg.-Füllung

*Radiologischer Befund*

**RCS-Score:** 3  
**LRF-Score:** 2  
**HRF-Score:** 2  
**RF-Score:** 5  
**PAI-Score:** 2

**D. Diagnose**

**Pulpal:** Endodontisch vorbehandelt  
**Periapikal:** o.B.

**E. Behandlungsplan**

**Empfohlen:** Nicht chirurgische endodontische Revisionsbehandlung  
**Alternativ:** Extraktion; herausnehmbarer Zahnersatz, Implantat  
**Restaurativ:** Adhäsiver Aufbau, Teilkrone  
**Prognose:** Gut

## F. Recall

### *Klinischer Befund*

**Perkussion:** -

**Palpation:** -

**ST:** 4 2 2 2

**LG:** 0

**Restoration:** TK (Keramik)

### *Radiologischer Befund*

**RCS-Score:** 1

**LRF-Score:** 2

**HRF-Score:** 1

**RF-Score:** 3

**PAI-Score:** 1

## G. Epikrise

Obwohl die Patientin zum Zeitpunkt der Übersichtsaufnahme über keine akuten Schmerzen an Zahn 36 klagte, schien eine endodontische Revisionsbehandlung unabdingbar zu sein, um den Zahn längerfristig erhalten und anschließend definitiv prothetisch versorgen zu können. Aufgrund des gegebenen präoperativen Befundes kam eine chirurgische endodontische Revisionsbehandlung nicht in Frage. Trotz massiver Kalzifizierung/Verblockung des distalen Kanals konnte zumindest eine Verbesserung hinsichtlich der Länge und Homogenität der Wurzelkanalfüllung erreicht werden. Aufgrund der unbehandelten Kanalabschnitten konnte davon ausgegangen werden, dass das Kanalsystem infiziert war und wurde daher zunächst medikamentös mit einem Kalziumhydroxid-Präparat (Calxyl®) vorbehandelt, bevor die definitive Wurzelkanalfüllung erfolgte. In einem Mindestabstand von 3-6 Monaten wurde der Zahn bei vollständiger Asymptomatik mit einer Teilkrone aus Presskeramik (IPS Empress, Ivoclar Vivadent GmbH, Ellwangen) versorgt. Erfreulicherweise konnte zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ein Stagnieren des horizontalen Knochenabbaus beobachtet werden. Dass der vertikale Knochendefekt distal des Zahnes 36 bis zum letzten Recall nicht regeneriert war, deutete auf das Vorliegen einer parodontalen Komponente hin.

## H. Röntgenologische Aufnahmen



Abb. 8.5.: Präoperative Aufnahme (28.10.03)



Abb. 8.9.: Recall (20.04.10)

**A. Allgemeine Daten**

**Kategorie:** Funktionell  
**Fall Nr.:** 2  
**Geburtsdatum:** 19.11.79  
**Geschlecht:** männlich  
**Zahn (ISO#)** 36  
**Behandler:** Student  
**Behandlungsbeginn:** 22.11.06  
**Behandlungsende:** 30.11.06  
**Recall:** 15.12.10

**B. Spezielle Anamnese**

- Abklärung prothetischer Neuversorgung des Zahnes 36 und 46

**C. Diagnostik***Klinischer Befund*

**Perkussion:** -  
**Palpation:** -  
**Sensibilität:** -  
**ST:** n.b.  
**LG:** 0

*Radiologischer Befund*

**RCS-Score:** 1  
**LRF-Score:** 1  
**HRF-Score:** 2  
**RF-Score:** 4  
**PAI-Score:** 4

**D. Diagnose**

**Pulpal:** Endodontisch vorbehandelt, V.a. unbehandelter Wurzelkanal (ml)

**Periapikal:** Chronische apikale Parodontitis

**E. Behandlungsplan**

**Empfohlen:** Nicht chirurgische endodontische Revisionsbehandlung

**Alternativ:** Extraktion; festsitzender Zahnersatz (Brücke), Implantat

**Restaurativ:** Adhäsiver Aufbau, Teilkrone

**Prognose:** Gut - Eingeschränkt

## F. Recall

### *Klinischer Befund*

**Perkussion:** -

**Palpation:** -

**ST:** 2 2 2 2

**LG:** 0

### *Radiologischer Befund*

**RCS-Score:** 1

**LRF-Score:** 1

**HRF-Score:** 2

**RF-Score:** 4

**PAI-Score:** 3

## G. Epikrise

Aufgrund eines nichtbehandelten Wurzelkanals (ml) wurde auch in diesem Fallbeispiel die nicht chirurgische endodontische Revisionsbehandlung der chirurgischen vorgezogen. Gleichzeitig wurde versucht, die persistierende periapikale Läsion an der distalen Wurzelspitze durch eine erneute Intervention auf dem orthograden Wege mitzubehandeln. Ein kombiniertes Vorgehen, wobei die distale Wurzelspitze auf retrogradem Wege reseziert und die mesialen Kanäle auf orthogradem Wege endodontisch revidiert werden, schien dabei zweitrangig zu sein. Obwohl es nicht möglich war, die alte Wurzelkanalfüllung zum Zeitpunkt der endodontischen Revisionsbehandlung vollständig zu entfernen, zeichnete sich eine deutliche Verbesserung der Qualität der Wurzelkanalfüllung ab. Eine vollständige Konsolidierung der knöchernen Läsion konnte nicht erreicht werden, lediglich eine Verkleinerung, welche möglicherweise mit dem verbliebenen, alten Füllmaterial in Zusammenhang zu sehen war. Durch den vorherigen unzureichenden apikalen Verschluss und der damit verbundenen periapikalen Läsion konnte von einer mikrobiellen Kontamination der Kanäle ausgegangen werden, die eine medikamentöse Vorbehandlung mit einem Kalziumhydroxid-Präparat (Calxyl®) erforderlich machte, bis der Zahn seine definitive Wurzelkanalfüllung erhielt. Der Patient wurde über die Notwendigkeit einer chirurgischen endodontischen Revisionsbehandlung aufgeklärt. Eine definitive prothetische Versorgung des Zahnes wurde allein von dem anschließenden Genesungsverlauf abhängig gemacht.



## H. Röntgenologische Aufnahmen



Abb. 8.15.: Präoperative Aufnahme (30.10.06)



Abb. 8.19.: Recall (15.12.10)

**A. Allgemeine Daten**

**Kategorie:** Misserfolg  
**Fall Nr.:** 4  
**Geburtsdatum:** 23.10.40  
**Geschlecht:** weiblich  
**Zahn (ISO#)** 15  
**Behandler:** Student  
**Behandlungsbeginn:** 26.01.06  
**Behandlungsende:** 28.02.06  
**Recall:** 28.01.11

**B. Spezielle Anamnese**

- Mitbeurteilung Erhaltungsfähigkeit des Zahnes 15
- Abklärung kleine Erhebung im vestibulären Bereich des Zahnfleisches regio 15

**C. Diagnostik*****Klinischer Befund***

**Perkussion:** +  
**Palpation:** +  
**Sensibilität:** -  
**ST:** n.b.  
**LG:** 2  
**SH:** Fistel mit Pusaustritt (regio 15)

***Radiologischer Befund***

**RCS-Score:** 1  
**LRF-Score:** 2  
**HRF-Score:** n.b.  
**RF-Score:** 5  
**PAI-Score:** 3

**D. Diagnose**

**Pulpal:** Endodontisch vorbehandelt

**Periapikal:** Chronische apikale Parodontitis

## E. Behandlungsplan

**Empfohlen:** Nicht chirurgische endodontische Revisionsbehandlung

**Alternativ:** Extraktion; festsitzender Zahnersatz (Brücke), Implantat

**Restaurativ:** Adhäsiver Aufbau, Krone

**Prognose:** Eingeschränkt

## F. Recall

### *Klinischer Befund*

**Perkussion:** +

**Palpation:** +

**ST:** 2 1 2 8

**LG:** 2

**SH:** Fistel mit Pusaustritt (regio 15)

### *Radiologischer Befund*

**RCS-Score:** 1

**LRF-Score:** 1

**HRF-Score:** 1

**RF-Score:** 2

**PAI-Score:** 5

## G. Epikrise

Aufgrund des parodontalen Befundes und der geringen Verankerung im Knochen, schien ein chirurgisches Vorgehen in diesem Fall nicht erfolgversprechend zu sein. Hinsichtlich der Länge der Wurzelkanalfüllung konnte eine deutliche Verbesserung erzielt werden. Eine vollständige Konsolidierung der knöchernen Läsion wurde jedoch nicht erreicht. Auch in diesem Fall musste von einer mikrobiellen Kontamination der Kanäle ausgegangen werden, die zunächst eine medikamentöse Vorbehandlung mit einem Kalziumhydroxid-Präparat (Calxyl®) erforderlich machte. Trotz einer stark eingeschränkten Prognose und einer präoperativ diagnostizierten parodontalen Läsion, konnte eine vorübergehende Besserung erzielt werden, die es erlaubte, den Zahn in der Zwischenzeit mit einem konfektionierten Stift und einer Krone prothetisch zu versorgen. Zum Zeitpunkt des letzten Recalls war die Patientin weiterhin in parodontaler Behandlung. Der endodontisch behandelte Zahn wurde mittlerweile zur Extraktion freigegeben. Ein neben der parodontalen Komponente weiterer Grund für den Misserfolg dieser endodontischen Revisionsbehandlung war möglicherweise ein zusätzlich unbehandelter/unaufgefundener Wurzelkanal, der eine vollständige Abheilung verhinderte und das Entzündungsgeschehen chronisch unterhielt. Das Röntgenbild vom 26.01.2006 ließ eine zweite Wurzel vermuten.

## H. Röntgenologische Aufnahmen



Abb. 8.20.: Intraoperative Nadelmessaufnahme (26.01.06)

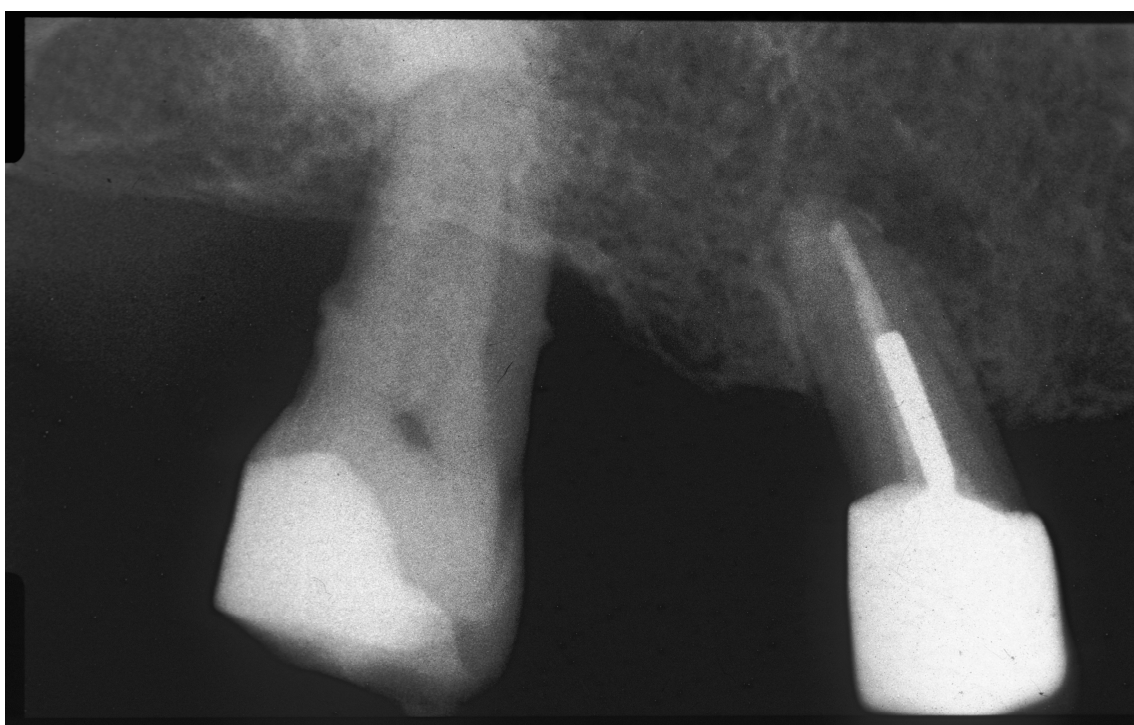


Abb. 8.23.: Recall (28.01.11)

**A. Allgemeine Daten**

**Kategorie:** Misserfolg  
**Fall Nr.:** 7  
**Geburtsdatum:** 29.03.68  
**Geschlecht:** männlich  
**Zahn (ISO#)** 46  
**Behandler:** Student  
**Behandlungsbeginn:** 26.10.05  
**Behandlungsende:** 07.12.05  
**Recall:** 23.07.10

**B. Spezielle Anamnese**

- Abklärung akuter Schmerzsymptomatik regio 46/47
- Z.n. endodontischer Behandlung der Zähne 46, 47 vor wenigen Wochen (HZA)

**C. Diagnostik*****Klinischer Befund*****Perkussion:** ++**Palpation:** +**Sensibilität:** -**ST:** n.b.**LG:** 0**Restauration:** insuff. adhäsive Aufbaufüllung**Sonstiges:** fortgeschrittene kariöse Läsionen***Radiologischer Befund*****RCS-Score:** 3**LRF-Score:** 2**HRF-Score:** 2**RF-Score:** 5**PAI-Score:** 3**D. Diagnose****Pulpal:** Endodontisch vorbehandelt, V.a. frakturiertes Instrument (mb)**Periapikal:** Akute apikale Parodontitis

## E. Behandlungsplan

**Empfohlen:** Nicht chirurgische endodontische Revisionsbehandlung

**Alternativ:** Extraktion; festsitzender Zahnersatz (Brücke), Implantat

**Restaurativ:** Adhäsiver Aufbau, Krone

**Prognose:** Gut - Eingeschränkt

## F. Recall

### *Klinischer Befund*

**Perkussion:** ++

**Palpation:** ++

**ST:** n.b.

**LG:** 0

**Restoration:** insuff. adhäsive Aufbaufüllung

### *Radiologischer Befund*

**RCS-Score:** 3

**LRF-Score:** 3

**HRF-Score:** 1

**RF-Score:** 3

**PAI-Score:** 3

## G. Epikrise:

In diesem Fall stellte eine chirurgische Wurzelspitzenresektion zunächst keine sinnvolle Alternative dar, da die präoperativ befundene Wurzelkanalfüllung erhebliche Mängel aufwies, die alleine auf orthogradem Wege zu korrigieren war. Die Wurzelkanalfüllung konnte hinsichtlich der Länge, Homogenität und Kongruenz deutlich verbessert werden. Eine vollständige Konsolidierung der knöchernen Läsion konnte nicht erreicht werden. Auch in diesem Fall musste mit einer Kontamination der Wurzelkanäle gerechnet werden. Dabei galt es, den Patienten vorerst von der akuten Schmerzsymptomatik zu befreien, was zunächst die Applikation eines Kortikoid-Antibiotika-Präparats (Ledermix<sup>®</sup>) unumgänglich machte. Erst nach mehrfachem medikamentösen Einlagenwechsel, zuletzt ein Kalziumhydroxid-Präparat (Calxyl<sup>®</sup>) und klinischer Asymptomatik erhielt der Zahn seine definitive Wurzelkanalfüllung. Entgegengesetzt dem Protokoll für endodontische Revisionsbehandlungen und der allgemeingültigen Lehrmeinung hat man sich in diesem Fall dafür entschieden, eine adhäsive Aufbaufüllung erst nach Abschluss der Wurzelkanalfüllung anzufertigen, da zunächst die akute Schmerzsymptomatik des Patienten im Vordergrund stand. Hier lag ein möglicher Grund für den verzeichneten Misserfolg, da es voraussichtlich während der endodontischen Revisionsbehandlung zu einer Keimverschleppung im Sinne einer koronalen Leakage nach apikal gekommen

war. Ein weiterer und für die Prognose des Zahnes viel bedeutenderer Grund war die fortgeschrittene kariöse Läsion im zervikalen Bereich, welche den Zahn unbemerkt soweit zerstörte, dass letztendlich ein Erhalt nicht mehr möglich erschien. Unterstützt wurde dieser klinische Befund nochmals durch die röntgenologische Aufnahme zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung. Eine weitere chirurgisch-endodontische Revisionsbehandlung schien dabei nicht erfolgversprechend zu sein, da der Verlust an Zahnhartsubstanz als zu fortgeschritten erachtet wurde. Obwohl sich röntgenologisch an Zahn 47 ebenfalls eine insuffiziente und unvollständige Wurzelkanalbehandlung darstellte, konnte erstaunlicherweise sowohl zu Anfang der Behandlung als auch zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung keine Schmerzsymptomatik beim Patienten verzeichnet werden. Dabei stellte sich erst zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung im Bereich der mesialen Wurzelspitze eine periapikale Läsion in der Röntgenaufnahme dar, welche auf eine bestehende chronische Parodontitis apicalis hindeutete. Folglich wurde dem Patienten angeraten, den Zahn 47 auf gleicher Weise behandeln zu lassen, um diesen längerfristig erhalten zu können. Wie die röntgenologischen Aufnahmen zeigten, unterblieb eine entsprechende endodontische Revisionsbehandlung. Lediglich eine Erneuerung der adhäsiven Füllung an Zahn 47 wurde zum Zeitpunkt der endodontischen Revisionsbehandlung angefertigt. Eine indirekte prothetische Versorgung des Zahnes war bei diesem Befund nicht zu vertreten.

## H. Röntgenologische Aufnahmen



Abb. 8.24.: Präoperative Aufnahme (26.10.05)



Abb. 8.28.: Recall (23.07.10)



## 7.2 Verzeichnis der akademischen Lehrer

Meine akademischen Lehrer im Fachbereich Medizin waren die Damen und Herren, Professoren und Dozenten der Philipps-Universität Marburg:

Aigner, Arweiler, Aumüller, Barth, Cetin, Coca, Dibbets, Feuser, Flores-de-Jacoby, Gente, Gloerfeld, Glorius, Grundmann, Hasilik, Höffken, Hoffmann, Koolman, Korbmacher-Steiner, Lamp, Lill, Löffler, Lotzmann, Mandrek, Mengel, Mittag, Moll, Neff, Neumüller, Nonnenmacher, Jablonski-Momeni, Jerrentrup, Mutters, Pieper, Ramaswamy, Richter, Roggendorf, Ruchholtz, Sesterhenn, Sonntag, Stachniss, Steiniger, Stoll, Weihe, Wennemuth, Werner, Westermann

### 7.3 Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Roland Frankenberger für die Überlassung des Themas dieser Dissertation und die Bereitstellung der klinischen Einrichtungen zur Aktenrecherche. Vielen Dank für die schnelle Bearbeitung meiner Fragen und die Freundlichkeit.

Herrn Dr. Matthias J. Roggendorf danke ich für seinen besonderen Einsatz, der weit über alle Verpflichtungen hinausging. Herzlichen Dank für die Freundlichkeit, das Zeitnehmen und die guten Hilfestellungen.

Ich bedanke mich bei meinen ehemaligen Kollegen für die Motivation und ihre Kollegialität.

Danke an die Damen der Abteilung für Zahnerhaltungskunde, insbesondere Frau Gudrun Muth, für ihre Geduld und Unterstützung während meiner Aktenrecherche.

Ein ganz großes Dankeschön gilt meiner Freundin. Danke für die konstruktive Kritik und die guten Tipps beim Schreiben.

Meiner Mutter danke ich für Ihre unendliche Liebe und mentale Unterstützung. Ihr ist die Arbeit gewidmet.